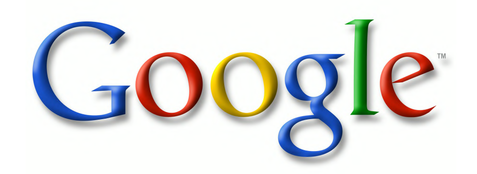
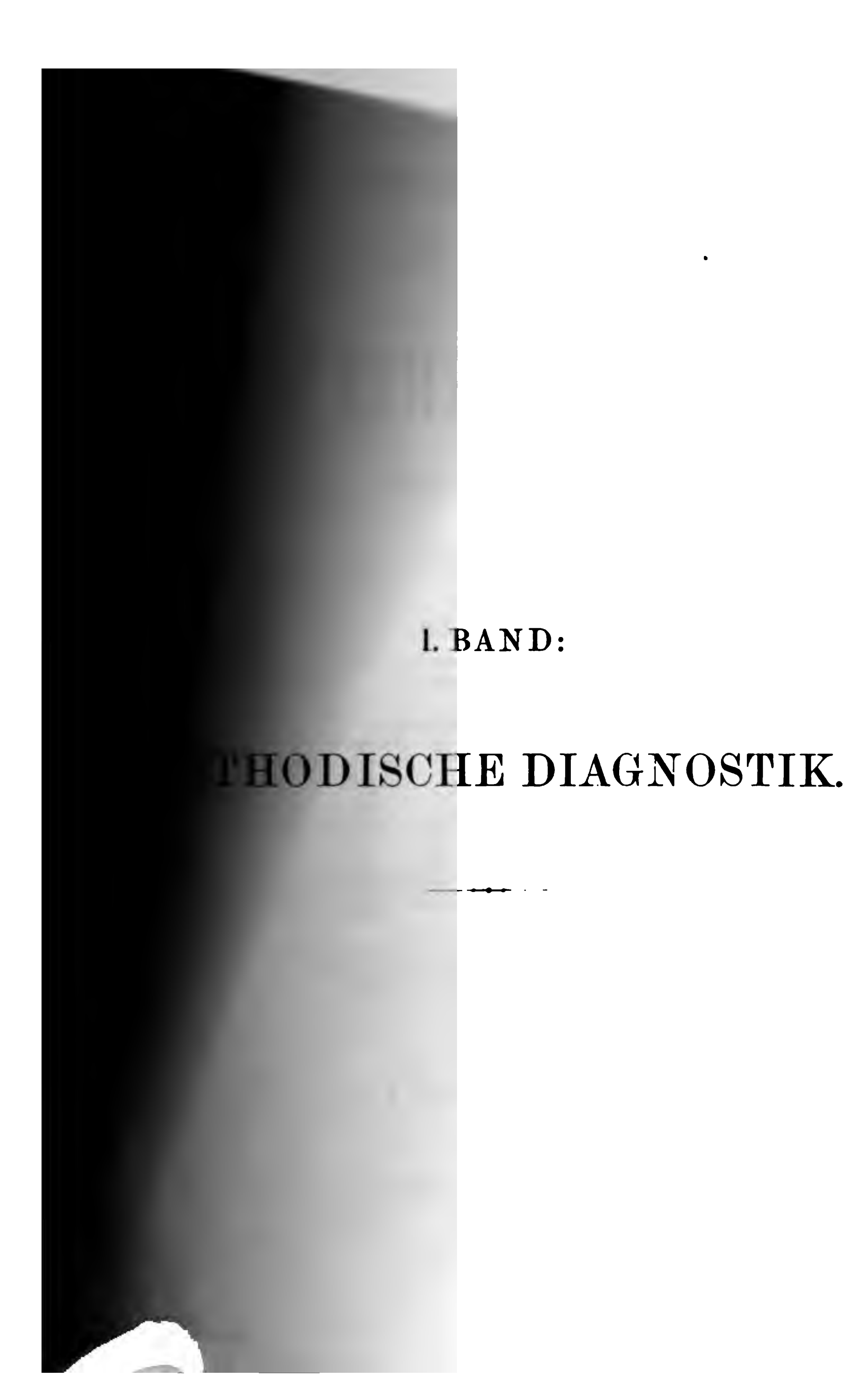




I. BAND:

METHODISCHE DIAGNOSTIK.


LANE
MEDICAL
1885
Gift of
Dr. C. M.



I. BAND:

THODISCHE DIAGNOSTIK.



I. BAND:

METHODISCHE DIAGNOSTIK.

LEHRBUCH

DER

KLINISCHEN UNTERSUCHUNGSMETHODEN

UND IHRER ANWENDUNG

AUF DIE SPECIELLE ÄRZTLICHE DIAGNOSTIK.

UNTER MITARBEIT VON

Prof. Dr. **Th. Axenfeld**, Freiburg i. Br. — Privatdocent Dr. **F. Blumenthal**, Berlin — Privatdocent Dr. **A. Buschke**, Berlin — Dr. **Cowl**, Berlin — Dr. **A. Czaplewski**, Köln a. Rh. — Prof. Dr. **H. Freund**, Strassburg — Privatdocent Dr. **E. Friedberger**, Königsberg i. Pr. — Prof. Dr. **D. Gerhardt**, Strassburg — Prof. Dr. **E. Grawitz**, Berlin — Prof. Dr. **P. v. Hansemann**, Berlin — Prof. Dr. **A. Henle**, Breslau — Prof. Dr. **V. Hinsberg**, Breslau — Dr. **M. Klopstock**, Berlin — Dr. **A. Kowarsky**, Berlin — Prof. Dr. **W. Kümmel**, Breslau — Prof. Dr. **F. Moritz**, Greifswald — Privatdocent Dr. **W. Scholtz**, Königsberg i. P. — Prof. Dr. **R. Sommer**, Giessen — Prof. Dr. **H. Strauss**, Berlin — Prof. Dr. **H. Vierordt**, Tübingen — Dr. **G. Zuelzer**, Berlin

HERAUSGEGEBEN VON

Prof. Dr. A. EULENBURG
GEH. MED.-RATH IN BERLIN

Prof. Dr. W. KOLLE
IN BERLIN

UND

Prof. Dr. W. WEINTRAUD
IN WIESBADEN.

ERSTER BAND.

MIT 175, AUCH MEHRFARBIGEN ABBILDUNGEN IM TEXTE UND 3 TAFELN.

URBAN & SCHWARZENBERG

BERLIN
N., FRIEDRICHSTRASSE 105b

WIEN
I., MAXIMILIANSTRASSE 4

1904.



VORWORT.

Wie die meisten Gebiete der klinischen Medicin, so haben neuerdings auch diejenigen eine Bereicherung erfahren, welche sich mit der klinischen Untersuchung und ihrer Anwendung auf die specielle ärztliche Diagnostik beschäftigen. Insbesondere ist die Zahl der klinischen Untersuchungsmethoden, die der Chemie, Physik (Röntgenstrahlen) und Bakteriologie entlehnt sind, mit dem Aufschwung der Specialdisciplinen erheblich vermehrt worden. Mit der Entwicklung der Lehre von den Röntgenstrahlen und der Bakteriologie sind geradezu neue Disciplinen geschaffen. Noch vor wenigen Decennien konnten sie für die klinische Diagnostik überhaupt nicht in Betracht kommen. Es ist bei dieser Erweiterung des Gebietes aber auch nicht zu verwundern, dass die völlige Beherrschung des Stoffes durch einen Einzelnen kaum noch möglich ist.

Wenn daher ein Werk wie das vorliegende geschaffen werden sollte. das in erster Linie den Bedürfnissen des ärztlichen Praktikers Rechnung trägt, so war es unbedingt nothwendig, für jedes Specialgebiet einen Bearbeiter zu gewinnen, der in diesem Erfahrung besitzt und selbst fortdauernd thätig ist. Wer den Stoff völlig, wie es nur ein Einzelner auf einem kleinen Gebiete kann, meistert, wird am ersten das Wesentliche von dem Unwesentlichen trennen und erschöpfend den Gegenstand behandeln können, ohne allzu breit oder lückenhaft zu sein. Diese Arbeitstheilung war auch nothwendig, um einmal trotz der Beschränkung doch die rein wissenschaftliche Seite der klinischen Diagnostik und die nur in Laboratorien und Kliniken ausführbaren Untersuchungen nicht unberücksichtigt zu lassen, sodann, um den Inhalt des Werkes möglichst reichhaltig und vielseitig zu gestalten. Das gilt nicht nur für den I. Band, welcher die Diagnostik nach Methoden geordnet behandelt, sondern namentlich für den II. Band, in dem von den berufensten Vertretern die specielle Untersuchung der einzelnen Organsysteme des Körpers in 14 Abschnitten Bearbeitung gefunden hat.

Mit Rücksicht auf die praktischen Zwecke des Buches ist allerdings der Stoff ohne umfassende Literaturnachweise und weitgehende Begründung der Auswahl der Methoden bearbeitet. Damit das Werk dem Arzte, Studirenden und auch dem Kliniker in gleicher Weise zur raschen Orientirung beim Lesen und Nachschlagen möglichst dienstbar ist, haben nur die bereits erprobten und anerkannten Methoden der Diagnostik Aufnahme gefunden, während Controversen, historische Ueberblicke und strittige Fragen im allgemeinen weggelassen sind.

Was die Anordnung des Stoffes betrifft, so ergiebt sich dieselbe für den zweiten Band von selbst, da hier die Eintheilung nach topographischen Gesichtspunkten geschehen ist. Aus diesem Grunde war es möglich, von der in ähnlichen Werken beliebten Eintheilung der Diagnostik nach den zu untersuchenden Organen, beziehungsweise Se- und Excreten bei dem im ersten Band enthaltenen allgemeinen Theil Abstand zu nehmen. Dadurch, dass bei der methodischen Diagnostik die Methoden nach den Grundwissenschaften, denen sie jedesmal entnommen sind, zusammengestellt sind, hat die Uebersichtlichkeit des Ganzen ausserordentlich gewonnen; man kann sich viel leichter orientiren. Die Einfügung ganz heterogener Dinge in ein Capitel, für das nur das zu untersuchende Organ das Gemeinsame war, ist so vermieden worden. Dadurch hat das Werk trotz der verhältnismässig grossen Zahl von Mitarbeitern infolge dieser Eintheilung an Einheitlichkeit gewonnen.

Die mikroskopische Diagnostik und die bakteriologischen Untersuchungsmethoden haben eine so vollständige Bearbeitung erfahren, wie sie bisher in keinem derartigen Lehrbuch zu finden ist. Das Gleiche gilt für die Untersuchung mittels Röntgenstrahlen, diesen jüngsten Zweig der Wissenschaft, dem der vierte Theil des I. Bandes gewidmet ist.

Der Lage der Sache nach werden sich bei so vielen Mitarbeitern Wiederholungen in den verschiedenen Capiteln nicht völlig vermeiden lassen. Wenngleich von Seiten der Herausgeber und Autoren alles geschehen ist, um sie auf das äusserste zu beschränken, so ist andererseits nicht zu vergessen, dass die Mitarbeiter in Bezug auf die Bearbeitung der übernommenen Abschnitte selbständig ihre Aufgabe zu lösen hatten, wie sie auch allein die Verantwortung für den Inhalt ihrer Capitel übernehmen.

Die Herausgeber.

Inhaltsverzeichnis.

I. THEIL.

Chemische Diagnostik.

Chemische Untersuchung der Fäces.

Von Dr. A. Kowarsky.

Die wichtigsten Punkte der Semiologie des Kothes.

Von Dr. G. Zuelzer.

Die chemische Untersuchung des ausgeheberten Mageninhaltes.

Von Dr. A. Kowarsky.

Die wichtigsten Punkte der Semiologie der Magensaftuntersuchung.

Von Dr. G. Zuelzer.

Die qualitative chemische Untersuchung des Harns.

Von Dr. A. Kowarsky.

Die quantitative chemische Untersuchung des Harns.

Von Dr. Ferdinand Blumenthal.

Die wichtigsten Punkte der Semiologie des Harns.

Von Dr. G. Zuelzer.

Die chemische Untersuchung des Blutes.

Von Prof. Dr. E. Grawitz.

ZWEITER THEIL.

Mikroskopische Diagnostik

(mit Ausnahme der Bakteriologie, siehe Theil III).

Allgemeines.

Von Prof. Dr. v. Hansemann.

Seite

Die mikroskopische Untersuchung des Harns.

Von Dr. M. Klopstock.

Die mikroskopische Untersuchung der Fäces.

Von Prof. Dr. v. Hansemann.

Die mikroskopische Untersuchung des Erbrochenen.

Die mikroskopische Untersuchung des Auswurfes.

Von Prof. Dr. v. Hansemann.

Die mikroskopische Untersuchung des Nasensecrets.

Die mikroskopische Untersuchung des Conjunctivalsecrets.

Seite

Die mikroskopische Untersuchung des Genitalsecrets.

Die mikroskopische Untersuchung des Brustdrüsensecrets.

Die mikroskopische Untersuchung des Secrets der männlichen Geschlechtsorgane.

Die mikroskopische Untersuchung der Punctionsflüssigkeiten.

Von Prof. Dr. v. Hansemann.

Die mikroskopische Untersuchung excidirter Stücke.

Die mikroskopische Untersuchung des Blutes.

Von Prof. Dr. E. Grawitz.

DRITTER THEIL.

Bakteriologische Diagnostik.

Die Methoden der bakteriologischen Diagnostik.

Von Privatdocent Dr. E. Friedberger.

Die bakteriologische Untersuchung der Fäces.

Von Prof. Dr. W. Kolle.

Die bakteriologische Diagnostik des Urins und der Harnröhrensecrete.

Von Dr. W. Scholtz.

Die bakteriologische Untersuchung des Sputums.

Von Dr. E. Czaplewski.

Die bakteriologische Diagnostik des Blutes

(mit Einschluss der Serum-Diagnostik).

Von Prof. Dr. W. Kolle.

Die bakteriologische Untersuchung auf Hautparasiten.

Von Dr. W. Scholtz.

Die bakteriologische Diagnostik der Ergüsse der grossen Körperhöhlen.

Von Dr. E. Friedberger.

VIERTER THEIL.

Physikalische Diagnostik.

Diagnostik und Untersuchungsmethoden mittels Röntgenstrahlen.

Von Dr. W. Cowl.

Die äussere instrumentelle Untersuchungsmethode.

Von Dr. W. Cowl.

Percussion und Auscultation.

Von Prof. Dr. Hermann Vierordt.

ERSTER THEIL.

Chemische Diagnostik.

Die chemische Untersuchung der Fäces.

Von Dr. **A. Kowarsky.**

I. Eigenschaften.

1. Farbe.

Unter normalen Verhältnissen ist beim Erwachsenen das Hydrobilirubin der eigentliche Kothfarbstoff; Bilirubin kommt normalerweise nur bei Säuglingen vor. Die Färbung der Fäces wird aber nicht allein durch die Farbstoffe verursacht, sondern es wirken hier eine ganze Reihe von Factoren mit, von denen in der Regel die Art der Nahrung hauptsächlich in Betracht kommt.

Bei gemischter Kost zeigt der Koth eine gelbbraune Färbung, bei Fleischnahrung ist er dunkel- bis schwarzbraun gefärbt, während bei ausschliesslicher Milchdiät die Farbe des Kothes orange- bis hellgelb erscheint. Wenn die Nahrung eine charakteristische Eigenfarbe besitzt, so können besondere Färbungen der Fäces dadurch hervorgerufen werden. Nach reichlichem Genuss z. B. von chlorophyllhaltigem Gemüse oder Salaten entsteht eine Grünfärbung, nach Blutwurst eine schwarzbraune, nach Cacao eine schwarzrothe Färbung. Schwarze Kirschen und Brombeeren färben den Koth schwarzroth, Rothwein und Heidelbeeren schwarzbraun mit einem Stich ins Grünliche. Auch Arzneimittel verursachen häufig eine charakteristische Färbung des Kothes.

Am bekanntesten ist die Grünfärbung nach Gebrauch von Calomel. Sie beruht auf der Umwandlung des Bilirubins innerhalb des Darmcanals in Biliverdin. Nach Einnahme von Wismuthpräparaten ist der Koth schwarz gefärbt. Die Färbung wird durch die Reduction des Bismutum subnitricum in schwarzes Bismuthoxydul bedingt. Eisenpräparate bewirken ebenfalls manchmal eine schwarze Färbung der Fäces, welche sich aber nur auf die Oberfläche derselben beschränkt.

Bei pathologischen Zuständen können die pathologischen Producte der Darmwand die Farbe der Fäces mehr oder weniger beeinflussen. So können reichliche Beimischungen von Schleim oder Eiter eine grauweisse bis gelbgraue Farbe verursachen, Blut kann je nach der Menge und nach dem Grade der Veränderung des Hämoglobins eine hellrothe bis pechschwarze Färbung hervorrufen. Auch Bakterien sind imstande, eine eigenartige Färbung des Kothes zu bedingen. So ist es gelungen, in Stühlen junger Säuglinge und Kinder einen Bacillus zu züchten (Bacille de la diarrhoe verte des enfants — *Lesage)*, dessen Culturen ein grünes Pigment enthalten, welches die grüne Färbung des Kothes verursacht. Auch Bacillus pyocyaneus kann unter Umständen eine grüne Färbung der Fäces hervorrufen.

Infolge Abschlusses des Ductus choledochus (durch katarrhalische Schwellung, Gallensteine, Tumoren, Ascariden etc.) entstehen thonfarbige (acholische) Stühle, welche reichlich Fett enthalten.

Bei sehr beschleunigter Darmperistaltik mit profusen Diarrhöen kann der unzersetzte Gallenfarbstoff (Biliverdin) eine Grünfärbung der Fäces verursachen.

2. Consistenz und Form.

Nach der Consistenz unterscheidet man: feste oder geformte Stühle, dick- und dünnbreiige und wässerige. Bei vorwiegend animalischer Kost zeigt der Stuhl in der Regel eine cylindrisch geformte Beschaffenheit, während bei pflanzlicher Diät meist ein dickbreiiger Koth entleert wird. Der feste Koth zeigt zuweilen eine „Bleistiftform“ (bei Stenosen oder Spasmen des Dickdarms) oder sogenannte „Schafkothform“. In letzterem Falle werden haselnussgrosse. rundliche Kothballen entleert. Dünnbreiige und wässerige Stühle werden meist unter pathologischen Verhältnissen entleert. Eine theerartige Beschaffenheit bei gleichzeitiger Schwarzfärbung zeigen die Fäces bei starken Blutungen aus dem oberen Darmabschnitte oder dem Magen.

3. Geruch.

Unter normalen Verhältnissen wird der Geruch der Fäces hauptsächlich durch die Anwesenheit von Skatol, welches bei der Fäulnis der Eiweisskörper entsteht, bedingt. Das gleichzeitig entstehende Indol hat einen geringen Einfluss auf den Geruch des Stuhles.

Dementsprechend ist der Geruch des Kothes von der Zusammensetzung der Nahrung und der Intensität der Zersetzungsprocesse im Darmcanal abhängig.

Bei eiweissreicher Fleischnahrung ist der Kothgeruch viel deutlicher als bei vegetabilischer und bei Darmatonie intensiver als bei normaler Darmperistaltik. Bei ausschliesslicher Milchdiät ist der Geruch sehr gering, und daher ist der normale Stuhl der Säuglinge fast geruchlos. Jeder stinkende Säuglingsstuhl muss infolgedessen als pathologisch betrachtet werden.

Bei acuten und chronischen Diarrhöen ist der Stuhl sehr oft geruchlos; die charakteristischen „reiswasserartigen“ Stühle bei Cholera asiatica sind ebenfalls meist geruchlos. Einen eigenartigen leimartigen Geruch zeigen die Entleerungen bei Amoebendysenterien. Acholische Stühle sind

an sich fast geruchlos; sie bekommen einen üblen Geruch erst dann, wenn Zersetzungsprocesse infolge von Darmatonie den Gallenmangel begleiten. Fötid riechende Stühle kommen in Fällen von ulcerirenden und in Zerfall begriffenen Mastdarmcarcinomen vor.

4. Makroskopisch sichtbare Beimischungen.

Eine oberflächliche Betrachtung der Fäces genügt in der Regel nicht, um die makroskopisch erkennbaren Bestandtheile derselben zu finden. Zu diesem Zwecke müssen wässerige Stühle in flache Gefässe (Schalen) ausgegossen werden, während dickbreiige und feste Stühle vorläufig vorsichtig mit einem Glasstab mit grösseren Mengen Wasser zerrieben werden.

Am besten werden die makroskopisch erkennbaren Bestandtheile durch das von *Boas* vorgeschlagene Stuhlsieb ausgeschieden. Es besteht (Fig. 1) aus 2 Halbkugeln, welche mittels Bajonnettverschlusses leicht zu schliessen und zu öffnen sind. In der unteren Halbkugel befindet sich ein äusserst feines Haarsieb *S*, auf welchem die Fäces ausgebreitet werden. Die obere Halbkugel wird mittels eines passenden Ansatzrohrs leicht mit jeder Wasserleitung in Verbindung gebracht und mit einer Kette an derselben befestigt. Man dreht vorsichtig den Wasserleitungshahn auf und lässt einen continuirlichen feinen Strahl über die Fäces fliessen. In der oberen Halbkugel befindet sich eine mit einem Deckel verschliessbare Oeffnung *O*, durch welche ein Glasstab hineingeführt wird, um die Fäces während der Durchspülung zu einer breiigen Masse zu zerreiben. Durch ein Ansatzrohr der unteren Halbkugel fliesst das Wasser in ein Abflussbecken. Nach 15—30 Minuten ist die Procedur beendet und auf dem Sieb sind nur gröbere Bestandtheile des Stuhles vorhanden. Unter den makroskopisch erkennbaren Bestandtheilen der Fäces sind hauptsächlich zu berücksichtigen:

Fig. 1.



1. Unverdaute Nahrungsreste,
2. pathologische Producte der Darmwand,
3. Darmparasiten,
4. Gallen- und Darmsteine,
5. zufällig verschluckte Gegenstände.

Von den Bestandtheilen der animalischen Kost werden normalerweise nur die schwer verdaulichen oder zufällig verschluckten Knochen, Knorpel, Gräten und Sehnen in den Fäces gefunden. Das Vorkommen von Muskelstücken oder Bindegewebe bei zweckmässiger Zubereitung und nicht sehr grosser Menge der aufgenommenen Fleischnahrung wird als pathologisch betrachtet.

Von der vegetabilischen Nahrung geben Mehlspeisen, Weissbrot, Kartoffeln und saftige Früchte (ohne Schale) keine makroskopisch erkennbaren unverdauten Bestandtheile. Fast unverändert passiren den Darmcanal und erscheinen im Kothe rohe Gemüse (Gurken, Kopfsalat, Zwiebeln, Radieschen, Spargel, Schnittbohnen), viele Fruchtarten

Bei pathologischen Zuständen können die pathologischen Producte der Darmwand die Farbe der Fäces mehr oder weniger beeinflussen. So können reichliche Beimischungen von Schleim oder Eiter eine grauweisse bis gelbgraue Farbe verursachen, Blut kann je nach der Menge und nach dem Grade der Veränderung des Hämoglobins eine hellrothe bis pechschwarze Färbung hervorrufen. Auch Bakterien sind imstande, eine eigenartige Färbung des Kothes zu bedingen. So ist es gelungen, in Stühlen junger Säuglinge und Kinder einen Bacillus zu züchten (Bacille de la diarrhoe verte des enfants — *Lesage)*, dessen Culturen ein grünes Pigment enthalten, welches die grüne Färbung des Kothes verursacht. Auch Bacillus pyocyaneus kann unter Umständen eine grüne Färbung der Fäces hervorrufen.

Infolge Abschlusses des Ductus choledochus (durch katarrhalische Schwellung, Gallensteine, Tumoren, Ascariden etc.) entstehen thonfarbige (acholische) Stühle, welche reichlich Fett enthalten.

Bei sehr beschleunigter Darmperistaltik mit profusen Diarrhöen kann der unzersetzte Gallenfarbstoff (Biliverdin) eine Grünfärbung der Fäces verursachen.

2. Consistenz und Form.

Nach der Consistenz unterscheidet man: feste oder geformte Stühle, dick- und dünnbreiige und wässerige. Bei vorwiegend animalischer Kost zeigt der Stuhl in der Regel eine cylindrisch geformte Beschaffenheit, während bei pflanzlicher Diät meist ein dickbreiiger Koth entleert wird. Der feste Koth zeigt zuweilen eine „Bleistiftform“ (bei Stenosen oder Spasmen des Dickdarms) oder sogenannte „Schafkothform“. In letzterem Falle werden haselnussgrosse, rundliche Kothballen entleert. Dünnbreiige und wässerige Stühle werden meist unter pathologischen Verhältnissen entleert. Eine theerartige Beschaffenheit bei gleichzeitiger Schwarzfärbung zeigen die Fäces bei starken Blutungen aus dem oberen Darmabschnitte oder dem Magen.

3. Geruch.

Unter normalen Verhältnissen wird der Geruch der Fäces hauptsächlich durch die Anwesenheit von Skatol, welches bei der Fäulnis der Eiweisskörper entsteht, bedingt. Das gleichzeitig entstehende Indol hat einen geringen Einfluss auf den Geruch des Stuhles.

Dementsprechend ist der Geruch des Kothes von der Zusammensetzung der Nahrung und der Intensität der Zersetzungsprocesse im Darmcanal abhängig.

Bei eiweissreicher Fleischnahrung ist der Kothgeruch viel deutlicher als bei vegetabilischer und bei Darmatonie intensiver als bei normaler Darmperistaltik. Bei ausschliesslicher Milchdiät ist der Geruch sehr gering, und daher ist der normale Stuhl der Säuglinge fast geruchlos. Jeder stinkende Säuglingsstuhl muss infolgedessen als pathologisch betrachtet werden.

Bei acuten und chronischen Diarrhöen ist der Stuhl sehr oft geruchlos; die charakteristischen „reiswasserartigen“ Stühle bei Cholera asiatica sind ebenfalls meist geruchlos. Einen eigenartigen leimartigen Geruch zeigen die Entleerungen bei Amoebendysenterien. Acholische Stühle sind

Schluss ziehen. Hauptsächlich ist die Menge der Fäces von der Quantität und Art der Nahrung und dem Zustande der Verdauungsorgane abhängig. Vegetabilische Nahrungsmittel geben eine bedeutend grössere Kothmenge als animalische. Bei pathologischen Veränderungen der Verdauungsorgane kann die Quantität der Fäces entweder durch Störung der Resorption oder durch Beimischung pathologischer Producte der Darmwand (Schleim, Eiter, Blut) bedeutend vermehrt werden.

II. Die qualitative chemische Untersuchung.

1. Reaction.

Unter normalen Verhältnissen zeigen die Fäces keine bedeutenden Abweichungen von der neutralen Reaction. Meist reagiren sie schwach alkalisch oder neutral; eine schwach saure Reaction tritt nur bei ausschliesslicher vegetabilischer Diät hervor. Die Prüfung geschieht in bekannter Weise durch Lackmuspapier.

Man befeuchtet zwei Streifen (rothen und blauen) Lackmuspapiers mit destillirtem Wasser, bringt sie mit dem Kothe in Berührung und beobachtet auf der nicht beschmutzten Seite die Veränderung der Farbe. Vor der Prüfung muss der Koth durchgemischt werden, da es häufig vorkommt, dass die Fäces aus Bestandtheilen von verschiedener Reaction zusammengesetzt sind, oder dass die Kothsäule auf der Oberfläche und in den tieferen Theilen verschieden reagirt. Ausserdem muss die Prüfung möglichst bald nach der Entleerung ausgeführt werden, weil nicht selten Veränderungen der Reaction sehr schnell eintreten. Stühle von härterer Consistenz müssen vorher mit destillirtem Wasser verrieben werden.

2. Nachweis von Eiweisssubstanzen.

a) **Mucin.** (Die Mucine sind Glycoproteide, d. h. sie zerfallen bei der Spaltung in einen Eiweisskörper und ein Kohlenhydrat. Sie unterscheiden sich von Nucleinen und Nucleoalbuminen dadurch, dass sie vollkommen phosphorfrei sind.)

Handelt es sich darum, die Fäces in toto auf Mucin zu untersuchen, so werden dieselben mit einer geringen Menge Wasser verrieben und mit einem gleichen Volumen Kalkwasser versetzt. Man lässt das Gemisch einige Stunden stehen, filtrirt und versetzt das Filtrat mit Essigsäure. Ist Mucin vorhanden, so entsteht ein Niederschlag, welcher sich im Ueberschuss von Essigsäure nicht auflöst. Um jedoch mit Sicherheit den Niederschlag als Mucin zu erklären, muss nachgewiesen werden: 1. dass er keinen Phosphor enthält und 2. dass er beim Kochen mit 7,5% Salzsäure nach kurzer Zeit (10—20 Minuten) eine starke Reduction mit der *Fehling*'schen Lösung giebt.

Will man auf Schleim verdächtige Beimengungen der Fäces als solchen durch Nachweis des Mucins identificiren, so löst man sie in schwacher Natronlauge und prüft mit Essigsäure. Der Niederschlag muss ebenfalls auf seinen Phosphorgehalt und seine reducirenden Eigenschaften nach Kochen mit Salzsäure untersucht werden.

Einfacher ist die Probe auf Schleim mit der *Ehrlich*'schen Triacidlösung: die verdächtigen Flocken werden in Wasser abgespült, in kleinere Stückchen zertheilt und in einem Reagensglase mit $2^1/_2$% Sublimatalkohol geschüttelt. Man lässt eine kurze Zeit stehen, bis das

Sediment sich auf dem Boden sammelt, giesst dann die Flüssigkeit ab und ersetzt sie durch destillirtes Wasser und 1—2 Tropfen der Triacidlösung; nach 5 Minuten wird wieder die Flüssigkeit abgegossen und die Flocken werden mit destillirtem Wasser gewaschen. Die Schleimflocken färben sich dabei grün oder blaugrün, andere thierische Gewebsbestandtheile (ausser Nuclein) roth. Nach *Einhorn* kann die Probe ohne vorhergehende Behandlung mit Sublimatalkohol ausgeführt werden.

b) Albumin. Der normale Stuhl enthält kein Eiweiss; es findet sich dagegen bei Diarrhöen, Typhus und in manchen acholischen Stühlen. Zum Nachweis verrührt man die Fäces mit einer grösseren Menge 1%iger Kochsalzlösung, der einige Tropfen Essigsäure zugesetzt sind, filtrirt mehrmals, bis das Filtrat klar wird. Das Eiweiss wird in der klaren Lösung mit den bei der Harnuntersuchung in Betracht kommenden Proben nachgewiesen.

c) Albumosen und Pepton. Die Fäces werden mit Wasser bis zur dünnbreiigen Consistenz verrührt, aufgekocht, dann heiss filtrirt; das Filtrat wird auf Mucin und Eiweiss geprüft. Sind sie nachweisbar, so werden sie mit essigsaurem Eisenoxyd entfernt und das neue Filtrat auf Albumosen und Pepton nach der Methode von *Salkowsky* oder *Aldor* untersucht (conf. Untersuchung des Harns). Enthält das Filtrat nach dem Kochen kein Mucin oder Eiweiss, so kann die klare Flüssigkeit unmittelbar auf Albumosen und Pepton nach den genannten Methoden untersucht werden.

3. Nachweis von Kohlenhydraten.

Die Kohlenhydrate werden von allen Nahrungsbestandtheilen am besten ausgenutzt und daher erscheinen sie fast nie unter normalen Verhältnissen in grösseren Mengen in den Fäces. Von den drei Arten der Kohlenhydrate, die hier in Betracht kommen — Zucker, Stärke und Cellulose — ist Zucker in dem normalen Stuhl von Erwachsenen nicht nachweisbar, während sich Stärke und Cellulose nur in verhältnissmässig geringen Mengen finden.

a) Nachweis von Zucker. Die frischen oder getrockneten Fäces werden mit grösseren Mengen Wasser ausgekocht, filtrirt, das Filtrat im Wasser eingeengt und mit den gewöhnlichen Zuckerproben geprüft. Sind in den Fäces Eiweiss oder Albumosen und Pepton nachweisbar, so müssen sie entfernt werden, da sie beim Nachweis von geringen Zuckermengen sehr störend wirken können. Nach *Blauberg* geschieht es am besten durch Zusatz von Bleiacetat und basisch-essigsaurem Blei, wobei der Ueberschuss des Pb durch Einleiten von CO_2 und Filtriren entfernt wird. Das Filtrat wird eingedampft und auf Zucker untersucht (Proben von *Nylander, Fehling*, Phenylhydrazinprobe).

b) Stärke. Am einfachsten werden Stärkekörner mikroskopisch nachgewiesen. Unveränderte Körner, in welchen die concentrische oder excentrische Schichtung noch erhalten ist, kommen ziemlich selten vor. Meist sind die Stärkekörner schon zersetzt oder stark aufgequollen und können daher nur durch ihre Eigenschaft, mit Jod sich blau zu färben, mikroskopisch erkannt werden. Man benutzt am besten eine *Lugol*'sche Jodjodkaliumlösung, welche mit einem Fäces-Partikelchen gründlich verrieben werden muss, weil das Reagens in die zähen Fäcalmassen

nur sehr langsam eindringt. Häufig misslingt jedoch der mikroskopische Nachweis von Stärke in solchen Fällen, wo er auf chemischem Wege deutlich ausfällt. Das wird wohl dadurch zu erklären sein, dass die in den Cellulosehüllen eingeschlossene Stärke dem Reagens schwer zugänglich ist und daher nicht nachgewiesen werden kann.

Chemisch wird Stärke folgenderweise nachgewiesen: Man verreibt die Fäces mit verdünnter Salzsäure, so dass die Flüssigkeit circa 2procentig wird, bringt sie in einen *Erlenmeyer*'schen Kolben und kocht mindestens $^1/_2$ Stunde am Rückflusskühler. Alsdann wird die Flüssigkeit bis zur schwach sauren Reaction mit Natronlauge versetzt, filtrirt und das Filtrat mit der *Fehling*'schen und Phenylhydrazinprobe geprüft. Fallen diese Proben positiv aus, so ist Stärke in den Fäces vorhanden.

c) Cellulose oder Rohfaser. Nach *Henneberg* und *Stohman* bezeichnen wir als „Rohfaser" diejenigen Substanzen pflanzlicher Herkunft, welche in Wasser, Alkohol, Aether, Alkalien und Säuren unlöslich sind. Es handelt sich also nicht um eine einheitliche Substanz, sondern um eine Reihe von Verbindungen, von welchen die Cellulose die wichtigste ist. Da die aus Cellulose bestehenden Elemente der Nahrung meist unverändert im Kothe erscheinen, so wird dementsprechend der Nachweis der Cellulose bei der mikroskopischen Untersuchung am einfachsten sein. Die reine (nicht verholzte und mit Pectinstoffen nicht vermischte) Cellulose zeigt folgende mikrochemische Reactionen:

1. Bei Zusatz von Chlorzinkjodlösung — Violettfärbung.
2. Verreibt man ein Partikelchen Fäces mit einer Jodlösung und lässt nachdem Schwefelsäure zufliessen, so entsteht eine Blaufärbung.
3. In einer frisch bereiteten ammoniakalischen Kupferlösung wird Cellulose langsam aufgelöst.

4. Nachweis von Fetten.

Fett erscheint sehr oft schon unter normalen Verhältnissen in den Stühlen; es besteht meist aus einem Gemisch von neutralem Fett, Fettsäuren und Seifen (fettsaurer Kalk oder Magnesia).

Der qualitative Nachweis des Fettes in den Fäces ist sehr leicht: Man verreibt dieselben mit einer geringen Menge Aether, lässt ein wenig absetzen, hebt mit einer Pipette einen Theil des Aethers ab und lässt einen Tropfen davon auf Filtrirpapier verdunsten; es bleibt ein durchsichtiger, mit Wasser nicht auswaschbarer Fleck zurück. Die Thatsache, dass der Stuhl Fett enthält, kann aber keine diagnostische Bedeutung haben, da, wie oben schon erwähnt wurde, dasselbe sehr oft, besonders nach reichlichem Fettgenuss, schon in der Norm in deutlich nachweisbaren Mengen erscheint. Es muss daher für diagnostische Zwecke nicht selten eine quantitative Bestimmung des Gesammtgehaltes an Fett und in selteneren Fällen der einzelnen Componenten desselben ausgeführt werden.

5. Nachweis von Blut.

Ist das Blut in unzersetztem Zustande den Fäces beigemengt, so dass es makroskopisch leicht erkennbar ist, so genügt zur Controle der mikroskopische Nachweis der rothen Blutkörperchen oder der spectroskopische Nachweis des Oxyhämoglobins. Ist aber der Blutfarbstoff

schon verändert, so kann er nur auf chemischem, mikrochemischem oder spectroskopischem Wege nachgewiesen werden.

a) Der chemische Nachweis nach *Weber*. Eine grössere Portion Fäces wird mit 30%iger Essigsäure bis zur flüssigen Consistenz verrieben und in einem Reagensglas mit Aether extrahirt. Ein Theil des Aethers, welcher bei Anwesenheit von Blut sich braunroth färbt, wird mit 10 Tropfen frischer Guajactinctur und 20—30 Tropfen alten Terpentinöl versetzt; beim Schütteln entsteht eine blauviolette Färbung; der blaue Farbstoff kann nach Zusatz von Wasser durch Chloroform extrahirt werden. Den Rest des braunrothen Aetherextractes kann man zur

b) spectroskopischen Untersuchung benutzen. Man findet dabei die charakteristischen 4 Absorptionsstreifen des Hämatins in saurer Lösung: 1. im Roth, 2. im Gelb, 3. auf der Grenze zwischen Gelb und Grün, 4. auf der Grenze zwischen Grün und Blau.

c) Der mikrochemische Nachweis mittels der *Teichmann*schen Häminprobe geschieht in derselben Weise wie bei der Untersuchung des Mageninhaltes (conf. pag. 33).

Es passirt aber nicht selten, dass bei zweifelloser Anwesenheit von Blut die Krystalle sich nicht bilden. Ausserdem ist das Blut oft sehr ungleichmässig in den Fäces vertheilt, so dass die Probe negativ ausfallen kann, weil zur Untersuchung eine nicht geeignete Stelle ausgewählt wurde. Diese Uebelstände kann man vermeiden, wenn man die Fäces mit Eisessig verreibt, einige Zeit stehen lässt und dann eine Probe mit einer Spur Kochsalz verdampft.

6. Nachweis der Gallenbestandtheile.

a) Gallenfarbstoffe. Unter normalen Verhältnissen enthält der Stuhl des Erwachsenen keine unveränderten Gallenfarbstoffe: Bilirubin oder Biliverdin. Die Farbe der normalen Fäces ist hauptsächlich durch das reducirte Bilirubin-Hydrobilirubin — (dem Urobilin identisch) bedingt.

Das Hydrobilirubin wird nach *Schmidt* in folgender Weise nachgewiesen: Frische Fäces (ein haselnussgrosses Stück) werden im Mörser mit concentrirter wässeriger Sublimatlösung fein verrieben und mehrere Stunden in einem weiten Schälchen stehen gelassen. Alle hydrobilirubinhaltigen Theilchen der Fäces färben sich dabei intensiv roth (Bildung von Quecksilber-Hydrobilirubin), während die unverändertes Bilirubin enthaltenden Theile eine grüne Färbung zeigen.

Nach *Fleischer* wird Hydrobilirubin in den Fäces ebenso wie Urobilin im Urin mittels alkoholischer Ammoniaklösung und Zinkchlorid nachgewiesen.

Das unveränderte Bilirubin kann ausser durch die oben erwähnte Probe nach *Schmidt* noch durch folgende Reactionen in den Fäces nachgewiesen werden:

α) Die *Gmelin*'sche Probe. Man bringt einige Tropfen salpetrige Säure enthaltender Salpetersäure in eine Porzellanschale oder in einen Tiegeldeckel und lässt einige Tropfen der mit Wasser gut verrührten Fäces zufliessen. Es entsteht ein Farbenumschlag in grün, blau, violett, roth und gelb. Charakteristisch für Bilirubin ist die grüne Farbe. Diese Probe kann auch auf einem Objectträger ausgeführt und mikroskopisch beobachtet werden.

β) Probe nach *Huppert.* 20—30 Ccm. mit Wasser bis zur dünnflüssigen Consistenz verrührter Fäces werden mit einem gleichen Volumen Kalkmilch versetzt, tüchtig durchgeschüttelt und dann filtrirt. Der Niederschlag auf dem Filter wird mit Wasser ausgewaschen, zusammen mit dem Filter in ein Becherglas gebracht, mit einer geringen Menge (5—10 Ccm.) mit Schwefelsäure leicht angesauerten Alkohols übergossen und vorsichtig bis zum Sieden erwärmt. Bei Gegenwart von Bilirubin entsteht eine grüne Färbung der Flüssigkeit.

b) Gallensäuren. In der Norm werden die Gallensäuren aus den Fäces in den oberen Theilen des Darmcanals resorbirt, so dass ihr Erscheinen in den Stühlen als pathologisch betrachtet werden muss. Zum Nachweis der Gallensäuren extrahirt man eine kleine Menge Fäces mit Alkohol und filtrirt; das Filtrat wird zum Verjagen des Alkohols abdestillirt und der Rückstand mit durch Soda schwach alkalisch gemachtem Wasser aufgenommen. Mit der wässerigen Lösung wird die *Pettenkofer*'sche Reaction ausgeführt, d. h. man versetzt die Lösung mit etwas Rohrzucker und einigen Tropfen Schwefelsäure; bei Gegenwart von Gallensäuren erhält man eine rothe Färbung.

III. Quantitative chemische Untersuchung der Fäces.

1. Bestimmung der Trockensubstanz.

Eine abgewogene Probe des Kothes wird zunächst durch Eindampfen auf dem Wasserbade lufttrocken gemacht. Es empfiehlt sich neutral oder alkalisch reagirende Fäces vor dem Eindampfen mit einer geringen Menge verdünnter Schwefelsäure anzurühren, um keine Verluste durch Verflüchtigung von NH_3 zu erleiden, welche bei späteren Stickstoffbestimmungen sehr in Betracht kommen können. Der lufttrockene Koth ist noch nicht wasserfrei und muss daher noch bei höherer Temperatur bis zur Gewichtsconstanz getrocknet werden. Die lufttrockenen Fäces werden jetzt in einem Mörser sorgfältig zerpulvert. Diese Procedur gelingt aber bei fettreichen Stühlen sehr schlecht und es empfiehlt sich daher bei makroskopisch erkennbarem grossem Fettgehalt des Stuhles denselben auf einer gewogenen Menge geglühten Sandes einzudampfen. Ist dies versäumt, so verreibt man den lufttrockenen Koth mit einer etwa 10fachen Menge gewogenen Sandes. Nicht fettreiche Stühle werden im Lufttrockenschrank bei 105° getrocknet, während fettreiche bei 98—99° im Wassertrockenschrank circa 30—40 Stunden bleiben müssen. Das Fett darf höheren Temperaturen nicht ausgesetzt werden, weil es dabei schmilzt und auf der feuchten Masse eine Decke bildet, welche das weitere Trocknen hindert.

Geschieht das Trocknen im Luftschrank, so wird alle 3 Stunden gewogen, bis eine Gewichtsconstanz erreicht ist. Beim Trocknen im Wasserschrank wird erst nach 24—30 Stunden und dann alle 6 Stunden gewogen. Bei gemischter Kost beträgt die Trockensubstanz circa 25% des Kothes. Bei rein vegetabilischer Nahrung ist die Trockensubstanz bedeutend geringer (10—15%).

2. Bestimmung des gesammten Stickstoffes.

Der Stickstoffgehalt der Fäces wird gewöhnlich nach der Methode von *Kjeldahl* bestimmt. Das Princip des Verfahrens besteht

darin, dass sämmtliche stickstoffhaltigen Substanzen des Kothes durch Kochen mit Schwefelsäure in Ammoniumsulfat übergeführt werden. Aus dem letzteren wird das Ammoniak durch Uebersättigung mit Natronlauge frei gemacht, abdestillirt und in titrirter Schwefelsäurelösung aufgefangen. Aus der Menge der durch Ammoniak gebundenen Säure wird der NH_3-Gehalt und aus dem letzteren der N-Gehalt berechnet.

Die Ausführung geschieht in folgender Weise: 1—1,5 genau abgewogener, unter Zusatz von verdünnter Schwefelsäure getrockneter Fäces werden in einem sogenannten *Kjeldahl*-Kolben (aus hartem Glase) mit 20 Ccm. *Kjeldahl*-Schwefelsäure (ein Gemisch aus 3 Theilen reiner und 1 Theile rauchender Schwefelsäure) und circa 0,5 Grm. Quecksilberoxyd versetzt und 6—12 Stunden stehen gelassen. Alsdann wird der Kolben auf einem Sandbade unter dem Abzuge solange erhitzt, bis die Flüssigkeit vollkommen farblos wird oder eine ganz schwachweingelbe Farbe zeigt. Man kann zuletzt die Entfärbung resp. Oxydation beschleunigen, wenn man vorsichtig ein wenig feingepulvertes Kalipermanganat zusetzt. Man lässt jetzt die Flüssigkeit erkalten und giesst dann unter Umschwenken circa 50 Ccm. destillirtes Wasser zu. Die wiederum heiss gewordene Flüssigkeit bringt man in ein einen Liter fassenden Destillationskolben und spült 2—3mal mit Wasser nach. Der Kolbeninhalt wird jetzt mit 40% Natronlauge (circa 70—100 Ccm.) bis zur alkalischen Reaction und mit 40 Ccm. Schwefelkaliumlösung versetzt und sofort destillirt. Das Destillat wird in einer mit 60—100 Ccm. (je nach der Menge des abgewogenen Kothes) Einzehntel-Normalschwefelsäure beschickten Vorlage gesammelt. Der Zusatz von Natronlauge und Schwefelkalium soll rasch ausgeführt werden, um Verluste an Ammoniak zu vermeiden. Das Destillirrohr muss einen Kugelansatz haben, um das Ueberspritzen von Natronlauge in die Vorlage zu verhindern. 20—30 Minuten nach Beginn des Kochens ist die Destillation vollendet, was eventuell durch starkes Stossen der Flüssigkeit (infolge der beginnenden Ausscheidung von Natriumsulfat) zu erkennen ist. Man öffnet dann den Kork des Destillationskolbens, dreht die Flamme aus, spült das Destillirrohr mit Wasser in die Vorlage aus und titrirt die letztere mit Einzehntel-Normalnatronlauge unter Anwendung von Rosolsäure als Indicator. Die Anzahl der verbrauchten Cubikcentimeter Einzehntel-Normalnatronlauge zieht man von der Zahl der in die Vorlage gebrachten Cubikcentimeter Zehntel-Normalschwefelsäure ab; die Differenz, mit 0,0014 multiplicirt, ergiebt die Zahl der in der angewandten Fäcesmenge enthaltenen Gramm Stickstoff, woraus der Procentgehalt berechnet wird. Es empfiehlt sich, zur Controle gleichzeitig zwei Proben aus denselben Fäces zu verarbeiten. Bei dieser Methode wird der Stickstoff der Nitrate nicht mitbestimmt, weil die durch Schwefelsäure freigewordene Salpetersäure beim Kochen entweicht. Dieser Umstand hat aber bei der N-Bestimmung im Kothe keine Bedeutung, da salpetersaure Salze in den Fäces entweder gar nicht oder nur in sehr geringen Mengen vorkommen.

3. Bestimmung des Fettgehaltes.

Das Fett der Fäces besteht aus einem Gemisch von Oelsäure, Palmitin und Stearinsäure, ihren Salzen (Seifen) und Glycerinestern (Neutralfette). Die quantitativen Verhältnisse dieser Componenten der

Fäces untereinander unterliegen bedeutenden Schwankungen und sind in erster Linie von der Art des Nahrungsfettes abhängig. Für klinische Zwecke ist hauptsächlich die Bestimmung des Gesammtfettgehaltes von Bedeutung. Die getrennte Bestimmung der Neutralfette, Fettsäuren und Seifen wird nur für specielle Untersuchungen vorgenommen, während die getrennte Bestimmung der Oelsäure, Stearin oder Palmitinsäure gar keine praktische Bedeutung hat.

a) Bestimmung des Gesammtfettgehaltes der Fäces.

Die einfachste Methode ist die Aetherextraction. In Aether sind aber nur die Neutralfette und freie Fettsäuren löslich, die Seifen müssen daher vor der Extraction gespaltet werden.

3—4 Grm. der genau abgewogenen, getrockneten und gut gepulverten Fäces werden in einem Porzellanschälchen mit einer geringen Menge 1%igem salzsaurem Alkohol auf dem Wasserbade bis zur Trockne erwärmt, wobei die Seifen zerlegt werden. Der Trockenrückstand wird vollständig in die Hülse des Soxhletapparates gebracht (die Schale wird mit Filtrirpapierstückchen sorgfältig ausgewischt und die letzteren werden ebenfalls in die Hülse gebracht). Die Extraction wird 12 bis 24 Stunden fortgesetzt. Nach beendeter Extraction verdampft man den Aether in einem leichten gewogenen Kölbchen, vertreibt die letzten Aetherreste durch einen Luftstrom, trocknet einige Stunden bei 80° oder kurze Zeit bei 105° und wägt den trockenen Rückstand.

Der Nachtheil dieser Methode besteht darin, dass zusammen mit den Neutralfetten, Fettsäuren und Seifen, auch andere ätherlösliche Körper, wie Cholesterin, Lecithin, Cholalsäure und Farbstoffe, bestimmt werden. Die Menge dieser Substanzen im Aetherextracte ist allerdings verhältnismässig gering, so dass sie für die gewöhnliche klinische Schätzung des Fettgehaltes vernachlässigt werden kann.

Für genauere Untersuchungen werden Cholesterin und Cholalsäure aus dem Aetherextract entfernt. Zur Entfernung des Cholesterins und anderer nicht verseifbarer Substanzen wird der trockene Aetherextract mit alkoholischer Kalilauge verseift (durch $^1/_2$stündiges Kochen mit 40—60 Ccm. Normallösung), der Alkohol verjagt und der Rückstand wiederholt mit Aether extrahirt; Cholesterin und die anderen nicht verseifbaren Substanzen werden durch den Aether aufgenommen, während die Seifen ungelöst bleiben. Letztere werden alsdann in Wasser aufgelöst, mit verdünnter Schwefelsäure wiederum gespalten und die freien Fettsäuren mit Aether extrahirt.

Zur Entfernung der Cholalsäure schüttelt man die von Cholesterin befreite ätherische Lösung der Fettsäuren mit Barytwasserlösung. Es fallen dabei Barytseifen aus, welche abfiltrirt und mit heissem Wasser ausgewaschen werden, wobei der cholalsaure Baryt im Wasser aufgelöst wird. Die auf dem Filter zurückgebliebene Barytseife wird mit Salzsäure zerlegt und mit Aether extrahirt. Nach Verjagen des Aethers wird der Rückstand getrocknet und gewogen.

b) Bestimmung der Neutralfette, Fettsäuren und Seifen.

Nach *Müller* wird die getrennte Bestimmung der Neutralfette, Fettsäuren und Seifen folgenderweise ausgeführt: Zunächst wird eine Portion Fäces (ohne Zusatz von Schwefelsäure) mit Aether extrahirt,

wodurch ein Aetherextract (1) der Neutralfette und Fettsäuren gewonnen wird. Die in der Hülse zurückgebliebene Masse wird dann mit 1% salzsaurem Alkohol bearbeitet, getrocknet, wieder mit Aether extrahirt und der getrocknete Aetherrückstand gewogen. Derselbe enthält die an die Seifen gebundenen Fettsäuren.

Zur Trennung der Fettsäuren vom Neutralfett wird der zuerst gewonnene Aetherextract (1) verdampft, der Rückstand mit heissem Wasser gewaschen (zur Entfernung der flüchtigen Fettsäuren), getrocknet, in Alkoholäther gelöst und mit alkoholischer Zehntel-Normalnatronlauge titrirt. Als Indicator wird Phenolphthalein angewandt. Die Zahl der verbrauchten Cubikcentimeter Zehntel-Natronlauge mit 0,0284 multiplicirt, ergiebt die Menge der freien Fettsäuren (auf Stearinsäure berechnet) in der abgewogenen Menge der Fäces. Die Neutralfette werden aus der Differenz berechnet.

4. Bestimmung der Kohlehydrate.

a) Indirecte Bestimmung sämmtlicher Kohlehydrate.

Bei dieser Methode werden die Kohlehydrate als stickstofffreie Extractivstoffe berechnet, indem aus der Trockensubstanz der Fäces die Werthe für Eiweiss, Fett und Asche abgezogen werden. Selbstverständlich giebt diese Methode ziemlich ungenaue und wenig brauchbare Resultate, erstens weil der berechnete Rest auch andere Substanzen (Pflanzensäuren, Farbstoffe etc.) ausser Kohlehydraten enthält, zweitens weil nach der Gesammtmenge der Kohlehydrate keine Beurtheilung der Verdauungsleistung möglich ist.

Eine derartige Beurtheilung ist nur dann ermöglicht, wenn man die fast unverdauliche Cellulose von der leicht löslichen Stärke trennt. Da wir aber für die quantitative Bestimmung der Cellulose keine genaue und einfache Methode besitzen, so wird gewöhnlich zur Beurtheilung der Verdauung der Kohlehydrate eine directe Bestimmung der Stärke vorgenommen.

b) Directe Bestimmung der Stärke nach *Liebermann-Allihn.*

Das Princip des Verfahrens besteht darin, dass die Stärke durch Kochen mit Salzsäure in Traubenzucker invertirt wird, die Zuckerlösung mit *Fehling*'scher Lösung gekocht und das ausgeschiedene Kupferoxydul zu metallischem Kupfer durch Wasserstoff reducirt wird. Nach der Menge des Kupfers wird die Quantität des Traubenzuckers bestimmt und auf Stärke umgerechnet.

Enthalten die Fäces reichliche Beimischungen von Schleim, so muss derselbe, soweit möglich, mechanisch (mit einer Pincette) entfernt werden, da Mucin beim Kochen mit Salzsäure einen Kupfer reducirenden Körper abspaltet.

3—5 Grm. der getrockneten, feinzerpulverten und genau abgewogenen Fäces werden in einem Kolben mit 100 Ccm. 2%iger Salzsäure versetzt und auf dem Sandbad am Rückflusskühler 1½ Stunden gekocht; hierauf wird mit Natronlauge neutralisirt, die Flüssigkeit durch ein Asbestfilter mittels der Saugpumpe in einen 500 Ccm. fassenden Kolben filtrirt, mit heissem Wasser nachgewaschen und das Volumen des Filtrats auf 500 Ccm. gebracht. Man bringt jetzt 30 Ccm. einer 7%igen Kupfersulfatlösung (*Fehling*'sche Lösung Nr. 1), 30 Ccm. einer alkalischen Seignettesalzlösung (*Fehling*'sche Lösung Nr. 2) und 60 Ccm. Wasser in ein Becherglas oder eine Porzellanschale und erhitzt das

Gemisch bis zum Kochen. Zu der siedenden Flüssigkeit lässt man aus einer Pipette 25 Ccm. der Zuckerlösung zufliessen, kocht 3 Minuten und filtrirt das ausgeschiedene Kupferoxydul sofort ab.

Zum Filtriren bedient man sich eines Asbestfilterröhrchens. Das Röhrchen muss mit langfaserigem, weichem Asbest gefüllt werden; damit beim Filtriren keine Asbestpartikelchen mitgerissen werden, bringt man an der konischen Stelle des Röhrchens unterhalb der Asbestlage einen kleinen Pfropfen Glaswolle an. Das Filtriren geschieht am besten mittels der Saugpumpe. Vor dem Gebrauch wird das Röhrchen bei 100° C. getrocknet und genau abgewogen. Das auf dem Asbestfilter gesammelte Kupferoxydul wird zunächst mit kaltem Wasser, sodann mit Alkohol und Aether ausgewaschen und im Trockenschrank (bei 100° C.) 15 Minuten getrocknet. Durch das trockene Röhrchen wird jetzt aus einem *Kypp*'schen, Wasserstoff entwickelnden Apparat unter gelindem Erwärmen ein Strom reinen trockenen Wasserstoffgases hindurchgeleitet. Sobald der Niederschlag die charakteristische Kupferfarbe angenommen hat und das Röhrchen vollkommen trocken ist, wird das Erwärmen unterbrochen; man lässt das Röhrchen im Wasserstoffstrom erkalten und wägt. Aus der gefundenen Kupfermenge wird der Traubenzuckergehalt nach der beifolgenden Tabelle berechnet.

Tabelle zur Ermittelung des Traubenzuckers aus den gewichtsanalytisch bestimmten Kupfermengen.

Kupfer	Traubenzucker	Kupfer	Traubenzucker	Kupfer	Traubenzucker	Kupfer	Traubenzucker	Kupfer	Traubenzucker
in Milligramm									
10	6,1	22	12,0	34	18,0	46	23,9	58	29,8
11	6,6	23	12,5	35	18,5	47	24,4	59	30,3
12	7,1	24	13,0	36	18,9	48	24,9	60	30,8
13	7,6	25	13,5	37	19,4	49	25,4	61	31,3
14	8,1	26	14,0	38	19,9	50	25,9	62	31,8
15	8,6	27	14,5	39	20,4	51	26,4	63	32,3
16	9,0	28	15,0	40	20,9	52	26,9	64	32,8
17	9,5	29	15,5	41	21,4	53	27,4	65	33,3
18	10,0	30	16,0	42	21,9	54	27,9	66	33,8
19	10,5	31	16,5	43	22,4	55	28,4	67	34,3
20	11,0	32	17,0	44	22,9	56	28,8	68	34,8
21	11,5	33	17,5	45	23,4	57	29,3	69	35,3

Um den Werth für Stärke zu bekommen, wird die für Zucker gefundene Zahl mit 0,94 multiplicirt.

c) Die Gährungsprobe nach *Schmidt*.

Diese Probe ermöglicht den Nachweis und die annähernde quantitative Bestimmung der den Verdauungssäften leicht zugänglichen Kohlehydrate und ist daher als eine Methode zur Bestimmung der Leistung des Verdauungsapparates zu empfehlen, umsomehr, als ihre Ausführung sehr einfach geschieht.

Das Princip der Methode beruht darauf, dass die gelösten Kohlehydrate sowie die freiliegende und leicht angreifbare (in dünne Cellulosehüllen eingeschlossene) Stärke durch die im Kothe stets vorhandene Diastase invertirt und dann durch Darmbakterien unter Gasentwicklung vergohren werden. Die Probe wird folgenderweise ausgeführt:

5 Grm. Fäces werden in das Gefäss *a* des *Schmidt*'schen Gährungsapparates (Fig. 2) gebracht, mit Wasser gut verrührt und das Gefäss mit dem Gummipfropfen unter Vermeidung von Luftblasen geschlossen. Das Röhrchen *b* wird ebenfalls mit Wasser ohne Luftblasen gefüllt und mit dem kleineren Gummipfropfen verschlossen. Der ganze Apparat wird für 24 Stunden in den Brutschrank (37° C.) gestellt. Das bei der Gährung sich entwickelnde Gas wird einen Theil des Wassers aus dem Röhrchen *b* in das Röhrchen *c* vertreiben. Die Luft aus dem Röhrchen *c* entweicht durch die Oeffnung *d*. Nach der Höhe des Wasserstandes im Röhrchen *c* wird die Menge des ausgeschiedenen Gases, resp. die Menge der vergährbaren Kohlehydrate beurtheilt.

Fig. 2.



Für diagnostische Zwecke ist nur der positive Ausfall der Probe verwerthbar, da unter pathologischen Verhältnissen die Probe auch bei Anwesenheit von Zucker und Stärke negativ ausfallen kann.

Nach *Schmidt* kann eine intestinale Dyspepsie diagnosticirt werden, wenn bei der von ihm und *Strassburger* angegebenen Probediät nach 24 Stunden so viel Gas sich bildet, dass das Röhrchen *c* mindestens bis zu $^1/_4$ mit Wasser gefüllt ist.

Die Probediät besteht im ganzen aus:

1,5 Liter Milch,
$3^1/_2$ Eiern,
Schleim aus 80 Grm. Hafergrütze,
100 Grm. Zwieback,
20 Grm. Zucker,
20 Grm. Butter,
125 Grm. Filet } roh.
190 Grm. Kartoffeln }

IV. Untersuchung der Gallensteine und Gallenconcremente.

Allgemeine Eigenschaften.

Die Farbe der Gallensteine ist gewöhnlich weisslichgelb, seltener braunroth. Steine aus reinem Cholesterin sind fast farblos und zeigen eine deutlich ausgesprochene krystallinische Beschaffenheit.

Die Grösse ist erheblichen Schwankungen unterworfen: von Stecknadelkopf- bis Walnussgrösse.

Die Consistenz zeigt ebenfalls verschiedene Grade der Härte, doch sind im allgemeinen die Gallensteine bedeutend weicher und leichter als die typischen Darmsteine.

Auf der Querschnittsfläche zeigen die Gallensteine nicht selten einen deutlichen Kern und gut ausgesprochene Schichtung.

Nach ihrer chemischen Beschaffenheit theilt *Naunyn* die Gallensteine in folgende Gruppen ein:

1. reine Cholesterinsteine mit glatter oder warziger Oberfläche, weissem Gefüge und krystallinischer Structur,

2. geschichtete Cholesterinsteine, gefärbt und geschichtet,

3. gewöhnliche Gallensteine, geschichtet, gefärbt, aber nicht krystallinisch,

4. gemischte Bilirubinkalksteine — geschichtet und gefärbt, der Kern besteht meist aus Cholesterin,

5. reine Bilirubinkalksteine — dunkelbraunroth gefärbt, Hauptbestandtheil — Kalkverbindungen der Gallenfarbstoffe — Bilirubin, Biliverdin, Bilifuscin und Biliprasin; Cholesterin nur in sehr geringen Mengen oder gar nicht vorhanden.

6. amorphe Cholesterinsteinchen, Conglomeratsteine, Abgüsse von Gallengängen sind sehr seltene Vorkommnisse.

Die chemische Untersuchung.

Da die Gallensteine und Gallenconcremente hauptsächlich aus Cholesterin und Kalkverbindungen der Gallenfarbstoffe bestehen, so müssen in den Fällen, in welchen die Natur des Steines unbekannt ist, zur Identificirung desselben als Gallenstein diese Hauptbestandtheile chemisch nachgewiesen werden. Es wird zu diesem Zwecke folgenderweise verfahren:

Der Stein wird gepulvert und mit Wasser ausgekocht. Dadurch werden die eventuell vorhandenen Spuren von Gallensäuren entfernt. Der Rückstand wird alsdann mit einer warmen Mischung von Alkohol und Aether zu gleichen Theilen extrahirt. In Lösung geht Cholesterin; der Rückstand (1) enthält die an Calcium gebundenen Gallenfarbstoffe und die in Wasser unlöslichen anorganischen Salze. Zum Nachweis des Cholesterins centrifugirt man die alkohol-ätherische Lösung vom Rückstand ab und lässt sie verdunsten; bei Anwesenheit von Cholesterin scheidet sich dasselbe in Form von grossen, sehr dünnen, charakteristisch gelagerten, farblosen rhombischen Tafeln aus. Seltener erscheint es in Form von seidenglänzenden Nadeln.

Zur Identificirung des Cholesterins werden folgende Reactionen benutzt: 1. Man lässt auf dem Objectträger concentrirte Schwefelsäure zum Cholesterin zufliessen; die Krystalle schmelzen dabei von ihren Rändern aus und färben sich carminroth; setzt man nachdem eine *Lugol*'sche Jodjodkaliumlösung zu, so entstehen blaue, rothe, violette und grüne Färbungen.

2. Man löst eine ganz geringe Menge vollkommen trockenen Cholesterins in Eisessig und giebt einige Tropfen concentrirter Schwefelsäure zu. Es entsteht eine Violettfärbung, welche sehr schnell in tiefgrün übergeht. Die Probe gelingt nur dann, wenn man das Cholesterin in ganz trockenem Zustande verwendet.

Zum Nachweis des Bilirubincalciums wird der Rückstand (1) mit Salzsäure übergossen (bei Anwesenheit von kohlensaurem Kalk entsteht dabei Aufbrausen) und erhitzt. Die Gallenfarbstoffe werden dadurch aus ihren Kalkverbindungen frei gemacht. Nach dem Erkalten extrahirt man das Bilirubin mit Chloroform. Den Chloroformauszug kann man entweder krystallisiren lassen oder zur Ausführung der *Gmelin*'schen Probe benutzen.

Kothsteine, Darmsteine und Pankreassteine.

Als Kothsteine oder Koprolithen bezeichnet man solche steinartige Gebilde, welche aus eingedickten Kothmassen zusammengesetzt sind. Sie bilden sich meist an solchen Stellen des Dickdarms, an welchen eine Stauung der Kothmassen am leichtesten stattfindet, z. B. an den

Flexuren oder in dem Processus vermiformis. Diese Koprolithen können eine so enorme Grösse und Festigkeit erlangen, dass sie einen vollkommenen Darmverschluss verursachen können.

Die echten Darmsteine (Enterolithen) sind viel kleiner als die Kothsteine und zeigen nach ihrer ganzen Beschaffenheit mehr Aehnlichkeit mit den anderen Arten von Steinen (Harn-, Gallensteinen). Sie bestehen zumeist aus einem organischen Kern (denselben bilden Fruchtsteine, Blutgerinsel, Kothballen u. s. w.), auf welchem sich Schichten von Salzen — meist Erdphosphate oder Trypelphosphate — abgelagert haben.

Man unterscheidet folgende Formen von Enterolithen:

1. Typische Darmsteine. Sie sind rund, schwer, steinhart, concentrisch geschichtet und enthalten im Inneren einen Fremdkörper, welcher den Kern des Concrementes bildet.

2. Leichtere Steine, welche hauptsächlich aus unverdaulichen pflanzlichen Speiseresten bestehen und mit phosphorsauren Salzen incrustirt sind. Sie zeigen keinen deutlichen Kern und keine Schichtung. Hierher gehören die sogenannten „Hafersteine", welche sich nach reichlichem und dauerndem Genuss von Hafer bilden können.

3. Steine, welche sich aus den eingenommenen Arzneisubstanzen bilden. Solche Steine bestehen meist aus unlöslichen oder sehr schwer löslichen Arzneistoffen, welche in Pulverform eingenommen werden, z. B. Salol, Magnesia, kohlensaurer Kalk u. s. w.

4. Darmgries. Er besteht aus kleinen, harten Körnchen, welche sich meist aus einer organischen Masse, kohlensaurem Kalk und phosphorsaurer Magnesia zusammensetzen.

Die Pankreassteine sind überaus selten in Fäces zu finden. Sie sind sehr bröcklig und haben eine rauhe Oberfläche. Sie lösen sich leicht in Chloroform und entwickeln beim Glühen einen aromatischen Geruch. Sie bestehen aus kohlensaurem und phosphorsaurem Kalk. Cholesterin und Gallenpigmente waren in den einzelnen, in der Literatur beschriebenen Fällen nicht nachweisbar.

Zur Untersuchung durchsägt man die Concremente und prüft ein Theilchen des zerpulverten Steines durch Glühen auf dem Platinblech. Verbrennt dabei der grösste Theil des Pulvers, so besteht die Hauptmasse des Concrementes aus organischen Substanzen. In solchen Fällen wird die mikroskopische Untersuchung in der grössten Zahl der Fälle eine Aufklärung über die Zusammensetzung des Concrementes geben.

Wenn sich dagegen beim Verbrennen der Stein nur schwärzt und einen bedeutenden Rückstand hinterlässt, so besteht er hauptsächlich aus anorganischen Substanzen. Die qualitative Analyse dieser Substanzen wird wie folgt ausgeführt: Eine Probe des gepulverten Steines wird im Reagensglase mit verdünnter Salzsäure versetzt und leicht erhitzt. Entsteht beim Zusatz von Salzsäure eine Gasentwicklung, so sind kohlensaure Salze vorhanden. Der in Salzsäure unlösliche Rest besteht meist aus Sand oder aus organischen Massen. Zur Orientirung wird der Rückstand mikroskopisch untersucht. Die salzsaure Lösung wird vom Rückstand abfiltrirt oder abcentrifugirt. Die Flüssigkeit kann enthalten: phosphorsaure Salze (von Kalk, Magnesia), oxalsauren Kalk, Ammoniak und Spuren von Eiweisssubstanzen. Der Nachweis dieser Bestandtheile geschieht nach denselben Regeln wie bei der Untersuchung der Harnsteine (conf. daselbst).

Die wichtigsten Punkte der Semiologie des Kothes.

Von Dr. G. **Zuelzer.**

Die Schwierigkeiten der Kothuntersuchung, die äusseren sowohl wie die thatsächlichen der Methodik tragen wohl die Schuld, dass die hier zu besprechende Semiologie noch in den Kinderschuhen steckt.

Und doch kann heute schon so viel gesagt werden, dass eine rationelle Behandlung der Darmkrankheiten ohne sorgfältige Berücksichtigung der Stuhluntersuchung nicht mehr möglich ist. Denn nur letztere kann uns über die Art und den Sitz einer jeden Darmerkrankung aufklären.

A. Inspection der Fäces.

Die Menge des Kothes schwankt je nach der Häufigkeit der Entleerungen und nach der eingeführten Nahrung; aber auch beim Hunger wird Koth gebildet aus den abgestossenen Epithelien, Darmsäften und Bakterien. Bei mittlerer gemischter Kost beträgt der tägliche Koth circa 135 Grm. mit 34 Grm. Trockensubstanz.

Bei häufigen Entleerungen (Diarrhöen) ist jede Entleerung relativ geringfügig; sie ist hinwiederum reichlicher bei Dünndarmdiarrhöen, wo der Koth sich im Rectum sammeln kann, als bei Dickdarmdiarrhöen, wo infolge des Tenesmus massenhafte, aber minimalste Entleerungen erfolgen.

Das normale Aussehen und Consistenz des Kothes sind bekannt; bei chronischer Obstipation ist der Koth härter und dunkler; hat er sehr lange im Darm verweilt, so wird er so wasserarm, dass er kleine, harte, fast schwarze Bröckel bildet (schafkothartig), oder aber er ist bandartig ausgezogen oder bleistiftartig cylindrisch und zeigt oft zahlreiche Einrisse. Er ist dann auch oft mit einer dünnen Schleimschicht bedeckt (s. u.).

Umgekehrt ist auch jede weichbreiige oder wässerige Consistenz, die nicht auf Abführmittel zurückzuführen ist, pathologisch (breiartige Typhusstühle, ganz wässerige Cholerastühle u. s. w.).

Die Farbe des Kothes ist hellgelb bis schwarzbraun und ist durch Urobilin bedingt; je dünner der Stuhl ist, desto heller pflegt er zu sein; die Typhusstühle sind erbsenfarben, die Cholerastühle farblos.

Schwarze Stühle lassen an hochgelegene Blutungen denken, falls die Farbe nicht durch die Nahrung (Heidelbeeren, Rothwein etc.) oder Medicamente (Bismut, zu Bismutoxydul im Darm reducirt) bedingt ist. (Frische Stühle nach Eisengenuss sind nicht schwarz.) Farblos erscheinen die Stühle bei Gallenabschluss; hie und da auch, wenn Gallenfarbstoff vorhanden war, aber in das farblose Leukourobilin statt in Urobilin verwandelt wurde. Sehr fettreiche Stühle sind gleichfalls meist sehr hell.

Der Geruch ist von der Art der Nahrung abhängig; bei eitrig-jauchigen Processen (Darmkrebs) kann er aashaft werden. Bei starken Gährungen riecht er bisweilen sauer.

Die Bedeutung von Concrementen im Stuhl (Gallensteine, Pankreassteine, Kothsteine) ist an sich klar; der sogenannte Gallensand soll nach den besten Autoren fälschlich so benannt sein, da er aus kleinen, sehr festen Holzpartikelchen besteht; so kleine Gallenconcremente würden sich im Darm auflösen.

Grosse unverdaute Bindegewebsmassen aus der Nahrung, die vielleicht dem Laien als Neugebilde imponiren, sind bedeutungslos.

Bezüglich des Schleims s. unter Mikroskopie.

B. Mikroskopische Untersuchung.

Die Bakterien bilden normalerweise einen erheblichen Bruchtheil der Gesammtmasse des Kothes; ob unter denselben pathogene sich befinden, darüber entscheidet die bakteriologische Untersuchung. Nur das Meconium des Neugeborenen bis 4, höchstens 7 Stunden nach der Geburt ist bakterienfrei.

Die Menge der gefundenen Pflanzenzellen richtet sich nach der eingenommenen Nahrung.

Bezüglich der Stärke ist zu sagen, dass ihr Nachweis in isolirten Körnchen und Kugeln stets pathologisch ist, abgesehen vielleicht bei Kindern, die überwiegend mit stärkereicher Kost ernährt wurden. Man findet die Stärke bei gestörter Darmfunction wie auch bei Hyperacidität des Magens (s. d.).

Muskelfasern enthält jeder Stuhl nach Fleischnahrung, oft mit sehr gut erhaltener Structur; nach überreichlichem Fleischgenuss (Diabetiker) und bei sehr lebhafter Peristaltik wird man grössere Mengen, oft schon makroskopisch als braune Punkte sichtbar, beobachten.

Desgleichen erscheinen Fettkügelchen und -Nadeln bei reichlichem Fettgenuss normalerweise im Stuhle (bezüglich des Fettstuhls s. Chemie des Kothes). Die Salze (Tripelphosphate, gelb gefärbte Kalksalze, oxalsaurer Kalk, Cholesterin) sind normale Stuhlbestandtheile und ohne jede semiologische Bedeutung. Eine solche besitzen nur die *Charcot*'schen Krystalle, die häufig bei jeder Art Helminthen gefunden wurden, und die als geradezu pathognomisch auf das Vorhandensein von Helminthen hinweisen. Man nimmt an, dass letztere durch irgend welche Stoffwechselvorgänge die Bildung der Krystalle bewirken.

Schleim ist chemisch nachweisbar im normalen Stuhl vorhanden, aber nie in einem solchen makro- oder mikroskopisch sichtbar. Jede derartig erkennbare Beimischung ist nicht mehr physiologisch. Sie beruht in den meisten Fällen auf einem Darmkatarrh, dessen Sitz umso höher anzunehmen ist, je inniger der Schleim und Koth gemengt erscheinen. Bei ganz oberflächlichem Anhaften des massigen zähen Schleims an der Kothsäule ist eine Erkrankung des unteren (Dick-) Darmabschnittes vom Rectum bis etwa zur Flexura coli sin. anzunehmen.

Bei sehr geringem Schleimüberzug auf einer sehr voluminösen, harten Kothsäule braucht kein eigentlicher Katarrh, sondern nur eine leichte Reizung der Dickdarmwand, durch das Passiren des Kothes hervorgerufen, vorzuliegen. Ferner giebt es eine als nervös aufgefasste Schleimabsonderung des Dickdarmes (Enteritis pseudomembranacea

oder Colica mucosa), bei der grosse geléeartige, lamellen- oder röhrenförmige Schleimmassen, oft ohne Fäcalbeimengung, ausgeschieden werden. Endlich soll noch bei der sogenannten Darmdyspepsie Schleim im Stuhl vorkommen.

Mikroskopisch erscheint der Schleim — von jenen Formen abgesehen — unter dem Bilde der sogenannten gelben Schleimkörner; sie deuten dann (s. o.) auf eine Dünndarmaffection.

Blut ist selten mikroskopisch nachweisbar, da die Zellen sehr bald zerstört werden; es deuten also rothe Blutkörperchen auf eine sehr tief unten gelegene Blutung. Ebenso findet man Eiter (Rundzellen) nur bei ulcerativen Processen im unteren Dickdarmabschnitt (Dysenterie, Carcinom). Die höher gelegenen Eiterungen entziehen sich meist dem mikroskopischen Nachweis.

Gewebsfetzen mit Schleimhautstructur findet man bei Dysenterie; nekrotische Partikel, abgestossene Darmwand oft bei Invagination des Darmes. Die Geschwulstpartikel bedürfen keiner Erläuterung; ebensowenig die verschiedenen Darmparasiten, die im I. Theil beschrieben sind.

C. Chemische Untersuchung.

Die Reaction des Kothes ist meist schwach alkalisch infolge des bei der Eiweissverdauung gebildeten NH_3. Bei Milch- oder reichlicher Amylaceennahrung kann der Stuhl auch neutral oder schwach sauer reagiren; ebenso pathologisch bei starken Zersetzungsvorgängen im Darm.

Normalerweise sind im Koth Eiweiss, Albumosen, Peptone nicht mehr vorhanden; ebensowenig Darmenzyme, Gallenfarbstoff und Gallensäuren. Ihr Vorhandensein deutet auf beschleunigte Peristaltik und ist stets pathologisch. Der Nachweis der fehlenden Stärke wird bequemer mikroskopisch geführt (s. d.).

Fett wird beim Gesunden bereits bei reichlicher Fettzufuhr durch den Darm entleert; und zwar 6,9—10,5% des eingeführten! Bei überreichlicher Zufuhr wird entsprechend mehr ausgeschieden, da der Darm täglich nur ca. 300 Grm. Fett aufzunehmen vermag. Bei totalem Gallenmangel sinkt die Fettresorption im Darm derartig, dass 55,2—78,6% wieder ausgeschieden werden; man spricht dann von Fettstuhl, Steatorrhoe.

Wir beobachten Fettstühle auch bei Erkrankung der aufsaugenden Apparate des Darms (Amyloid, Tuberculose, Enteritis, Mesenterialdrüsenerkrankung), zu einer Zeit bereits, wo die Assimilation der übrigen Nährstoffe, Eiweiss und besonders Kohlehydrate, noch eine gute ist.

Fehlen des Pankreassaftes documentirt sich durch mangelhafte Fettspaltung; nicht durch quantitative Verminderung der Fettresorption im Darm, d. h. nicht durch Steatorrhoe. Während nämlich normalerweise ca. 84% des Kothfettes gespalten ist und aus freien Fettsäuren und Seifen besteht, nur der Rest aus ungespaltenem Fett, ist bei Pankreasverschluss das Verhältnis ein sehr stark verschobenes zu Gunsten des ungespaltenen Fettes; nur etwa 40% Fett sind gespalten, 60% ungespalten.

Blut erscheint entweder in stückigen, geronnenen Massen, oder es färbt, dem Koth in den höheren Verdauungswegen bereits innig beigemengt, diesen braun bis schwarz und macht ihn lackglänzend. Es

findet sich so nach Magendarmblutungen infolge von Ulcus, Stauungen, Neoplasmen, bei Embolie der Art. meseraica.

Doch kann das Blut auch aus Nase oder Lungen herrührend verschluckt sein. Bei sehr gesteigerter Peristaltik oder ausgesprochener Diarrhöe kann das Blut, das aus einer Hämorrhagie der oberen Darmabschnitte stammt, hellroth entleert werden. Doch deutet diese Farbe im allgemeinen auf ganz tiefe Darmpartien; es haftet dann dem Koth nur äusserlich an (Hämorrhoiden, Geschwüre, Neubildungen vom After bis S Romanum).

Säuglingskoth.

Eine gesonderte Stellung nimmt der Koth des Säuglings ein. Je nachdem das Kind mit Muttermilch, Kuhmilch oder Kindermehlen ernährt wird, erscheint sein normaler Koth von anderer Beschaffenheit. Die Fäces des Brustkindes sind von eigelber Farbe und salbenförmiger Consistenz, sie riechen und reagiren schwach sauer; nach Kuhmilch ist der Stuhl fester und seine Farbe mehr weisslich, da er mit weisslichen Flocken und Gerinnseln (mehr unverdautes Eiweiss und Fett) durchsetzt ist. Dunkler, gelbbräunlich erscheint die Farbe des Kothes nach Kindermehlnahrung; Geruch und Reaction sind stärker sauer. Ein direct fauliger Geruch an Stelle des sauren tritt erst auf, wenn das Kind Eier oder Fleisch zu essen beginnt; ohne diese Nahrung muss jeder fötid riechende Stuhl als pathologisch bezeichnet werden (acute oder chronische Enteritis, Dyspepsie).

Die normale Zahl der Säuglingsstühle in 24 Stunden beträgt 1—3; starke Vermehrung beobachtet man bei Cholera infantum, Enterokatarrh, Dyspepsie; bei letzterer Erkrankung kommen aber auch zu seltene oder normal häufige Entleerungen vor.

Die normale Consistenz kann einer ganz festen Form Platz machen (Dyspepsie mit Kuhmilch ernährter Kinder); das Häufigere ist, dass der Stuhl dünner wird. Einer dicken, gelblichen Suppe gleicht er beim acuten Magendarmkatarrh. „Zerfahren“ oder „gehackt“ nennt man ihn, wenn einzelne Stücke desselben durch mehr minder reinen Schleim getrennt, respective zusammengehalten werden (Dyspepsie der Brustkinder). Noch schleimiger, eventuell mit Eiter und Blut gemengt, ist der Koth bei Enteritis follicularis; rein wässerig, spritzend entleert, beim Enterokatarrh. Der Reiswasserstuhl bei Cholera asiatica unterscheidet sich nicht von dem Erwachsener bei der gleichen Erkrankung.

Von grosser semiologischer Bedeutung ist die Farbe des Säuglingsstuhls, deren Aenderung den Müttern zuerst auffällt. Die häufigste Erkrankung des Säuglings, die Dyspepsie, offenbart sich oft nur durch das eine Symptom des grünen Stuhls; es kann nun der Koth grasgrün entleert werden, oder aber es verwandelt sich erst nach der Entleerung sein Gelb von den Rändern und der Oberfläche her ins Grünlichgelbe bis ins Grüne (Umwandlung des Bilirubins in Biliverdin).

Das grau-thonige Aussehen des Säuglingsstuhls beim Icterus (nicht Icterus neonatorum!) ist gleich dem des ikterischen Erwachsenen.

Endlich erscheint der Stuhl bei der sogenannten Fettdiarrhöe schmierig-fettig, selbst seifig glänzend.

Die chemische Untersuchung des ausgeheberten Mageninhalts.

Von Dr. A. Kowarsky.

I. Gewinnung des Untersuchungsmateriales.

Aus dem nüchternen Magen oder nach einem Probefrühstück kann der Mageninhalt durch zweierlei Methoden gewonnen werden. Die einfachste und bequemste ist die

1. Expressionsmethode nach *Ewald* und *Boas*, da sie ausser der Sonde keine weiteren Instrumente und für den Kranken keine besondere Anstrengung erfordert. Die Methode besteht darin, dass man nach Einführung der elastischen Sonde die Bauchpresse wirken lässt, wodurch die im Magen befindliche Flüssigkeit in den Schlauch gepresst und dann durch Heberwirkung nach aussen entleert wird. Die Bauchpressbewegungen können durch Hustenlassen verstärkt werden. Bei Magengeschwüren, ulcerirenden Carcinomen und hämorrhagischen Zuständen ist diese Methode unbedingt contraindicirt, da durch starkes Pressen auf der Magenschleimhaut Blutungen hervorgerufen werden können. In diesen Fällen bedient man sich der

2. Aspirationsmethode. Bei dieser Methode wird der Mageninhalt mittels eines mit der Magensonde verbundenen Aspirationsapparats angesaugt. Die Aspiration kann mittels eines Flaschenaspirators (nach dem Typus des *Potain*'schen Apparates zur Aspiration von pleuritischen Exsudaten) oder Ballonaspirators vorgenommen werden. *Ewald* bedient sich hierzu eines birnförmigen Ballons, welcher in passender Weise mit der Magensonde verbunden wird. Hierbei muss man aber nach jeder Ansaugung die Birne entfernen, was sehr umständlich ist. Bei dem von *Boas* vorgeschlagenen Ballonaspirator ist durch eine besondere Hahnvorrichtung diese Unbequemlichkeit beseitigt.

Die Aspirationsmethode muss mit grosser Sorgfalt und Vorsicht ausgeführt werden, da die Gefahr der Abreissung von Schleimhauttheilchen in Betracht gezogen werden muss.

II. Untersuchung der allgemeinen Eigenschaften des Mageninhalts.

a) Menge. Einen annähernden und für die Praxis vollkommen genügenden Begriff über die Menge des Mageninhalts ergiebt das Filtrat,

Zur Ausführung der Probe bedient man sich einer frisch bereiteten Lösung des Farbstoffs oder eines Papiers, welches nach Art der Reagenspapiere mit Congoroth gefärbt ist. Nach *Leo* und *Boas* ist die Lösung 10mal empfindlicher als das Reagenspapier. Da aber die Lösung jedesmal frisch bereitet werden muss, was für alltäglichen praktischen Gebrauch zu umständlich ist, so wird doch die Probe gewöhnlich mit dem Reagenspapier, welches sich gut conserviren lässt, ausgeführt. Man lässt einen Tropfen der Magenflüssigkeit auf das Papier fallen. Erhält man auf der getroffenen Stelle einen intensiv dunkelblauen Fleck, dann ist freie Salzsäure vorhanden. Ist die Färbung nur schwach blau oder violett oder färbt sich auch nur der Rand des Tropfens, so ist freie Säure vorhanden. Ueber die Natur derselben muss die weitere Untersuchung entscheiden.

Die anderen Proben auf freie Säuren werden gleichzeitig auch als Reactionen auf freie Salzsäure benutzt und werden darum bei der letzteren erwähnt.

2. Nachweis der freien Salzsäure.

Der Begriff „freie Salzsäure" wird gewöhnlich dem Begriffe „gebundene Salzsäure" entgegengesetzt. Unter freier Salzsäure versteht man solche Säure, welche durch die speciellen Reactionen nachgewiesen werden kann. Die (meist an Eiweissstoffe) gebundene Salzsäure bleibt zwar für diese Reactionen latent, besitzt jedoch für die Verdauung einen gewissen Werth, da sie eine Verbindung mit Pepsin bildet und auf diese Weise eine Verdauung ohne freie Säure zustande bringen kann. Jedenfalls ist diese Verdauung sehr geringfügig im Vergleich zu der Verdauung bei Gegenwart von freier Säure. Ueber die Bestimmung der gebundenen Salzsäure conf. quantitative chemische Untersuchung des Mageninhalts.

Die Reactionen auf freie Salzsäure können in zwei Gruppen vertheilt werden:

I. Reactionen, welche nur für Salzsäure charakteristisch sind.

II. Reactionen, welche überhaupt freie Säure nachweisen, bei der Untersuchung des Mageninhalts jedoch als Reactionen auf freie Salzsäure benutzt werden.

Zur ersten Gruppe gehören folgende Reactionen:

1. Die *Günsburg*'sche Reaction mit Phloroglucin-Vanillin.

Das Reagens besteht aus:

Phloroglucin	2,0
Vanillin	1,0
Alkohol absol.	30,0

Man bringt 3 Tropfen des Reagens und ebensoviele des filtrirten Mageninhalts in ein Porzellanschälchen und mischt innig durch: dann wird die Flüssigkeit vorsichtig über kleiner Flamme erwärmt (ohne den Siedepunkt zu erreichen), bis alles verdampft ist. Es bildet sich besonders am Rande ein schön carmoisinrother Spiegel. Der Spiegel entsteht noch bei einer Verdünnung von 0,01% HCl. Bei einer Verdünnung von 0,005% erhält man nur noch feine rothe Striche. Organische Säuren verhalten sich in stärksten Concentrationen dieser Reaction gegenüber vollkommen negativ. Da diese Reaction ausserdem noch sehr empfindlich ist, so wird sie als die sicherste und zuver-

oder Colica mucosa), bei der grosse geléeartige, lamellen- oder röhrenförmige Schleimmassen, oft ohne Fäcalbeimengung, ausgeschieden werden. Endlich soll noch bei der sogenannten Darmdyspepsie Schleim im Stuhl vorkommen.

Mikroskopisch erscheint der Schleim — von jenen Formen abgesehen — unter dem Bilde der sogenannten gelben Schleimkörner; sie deuten dann (s. o.) auf eine Dünndarmaffection.

Blut ist selten mikroskopisch nachweisbar, da die Zellen sehr bald zerstört werden; es deuten also rothe Blutkörperchen auf eine sehr tief unten gelegene Blutung. Ebenso findet man Eiter (Rundzellen) nur bei ulcerativen Processen im unteren Dickdarmabschnitt (Dysenterie, Carcinom). Die höher gelegenen Eiterungen entziehen sich meist dem mikroskopischen Nachweis.

Gewebsfetzen mit Schleimhautstructur findet man bei Dysenterie; nekrotische Partikel, abgestossene Darmwand oft bei Invagination des Darmes. Die Geschwulstpartikel bedürfen keiner Erläuterung; ebensowenig die verschiedenen Darmparasiten, die im I. Theil beschrieben sind.

C. Chemische Untersuchung.

Die Reaction des Kothes ist meist schwach alkalisch infolge des bei der Eiweissverdauung gebildeten NH_3. Bei Milch- oder reichlicher Amylaceennahrung kann der Stuhl auch neutral oder schwach sauer reagiren; ebenso pathologisch bei starken Zersetzungsvorgängen im Darm.

Normalerweise sind im Koth Eiweiss, Albumosen, Peptone nicht mehr vorhanden; ebensowenig Darmenzyme, Gallenfarbstoff und Gallensäuren. Ihr Vorhandensein deutet auf beschleunigte Peristaltik und ist stets pathologisch. Der Nachweis der fehlenden Stärke wird bequemer mikroskopisch geführt (s. d.).

Fett wird beim Gesunden bereits bei reichlicher Fettzufuhr durch den Darm entleert; und zwar 6,9—10,5% des eingeführten! Bei überreichlicher Zufuhr wird entsprechend mehr ausgeschieden, da der Darm täglich nur ca. 300 Grm. Fett aufzunehmen vermag. Bei totalem Gallenmangel sinkt die Fettresorption im Darm derartig, dass 55,2—78,6% wieder ausgeschieden werden; man spricht dann von Fettstuhl, Steatorrhoe.

Wir beobachten Fettstühle auch bei Erkrankung der aufsaugenden Apparate des Darms (Amyloid, Tuberculose, Enteritis, Mesenterialdrüsenerkrankung), zu einer Zeit bereits, wo die Assimilation der übrigen Nährstoffe, Eiweiss und besonders Kohlehydrate, noch eine gute ist.

Fehlen des Pankreassaftes documentirt sich durch mangelhafte Fettspaltung; nicht durch quantitative Verminderung der Fettresorption im Darm, d. h. nicht durch Steatorrhoe. Während nämlich normalerweise ca. 84% des Kothfettes gespalten ist und aus freien Fettsäuren und Seifen besteht, nur der Rest aus ungespaltenem Fett, ist bei Pankreasverschluss das Verhältnis ein sehr stark verschobenes zu Gunsten des ungespaltenen Fettes; nur etwa 40% Fett sind gespalten, 60% ungespalten.

Blut erscheint entweder in stückigen, geronnenen Massen, oder es färbt, dem Koth in den höheren Verdauungswegen bereits innig beigemengt, diesen braun bis schwarz und macht ihn lackglänzend. Es

Der Geruch ist von der Art der Nahrung abhängig; bei eitrig-jauchigen Processen (Darmkrebs) kann er aashaft werden. Bei starken Gährungen riecht er bisweilen sauer.

Die Bedeutung von Concrementen im Stuhl (Gallensteine, Pankreassteine, Kothsteine) ist an sich klar; der sogenannte Gallensand soll nach den besten Autoren fälschlich so benannt sein, da er aus kleinen, sehr festen Holzpartikelchen besteht; so kleine Gallenconcremente würden sich im Darm auflösen.

Grosse unverdaute Bindegewebsmassen aus der Nahrung, die vielleicht dem Laien als Neugebilde imponiren, sind bedeutungslos.

Bezüglich des Schleims s. unter Mikroskopie.

B. Mikroskopische Untersuchung.

Die Bakterien bilden normalerweise einen erheblichen Bruchtheil der Gesammtmasse des Kothes; ob unter denselben pathogene sich befinden, darüber entscheidet die bakteriologische Untersuchung. Nur das Meconium des Neugeborenen bis 4, höchstens 7 Stunden nach der Geburt ist bakterienfrei.

Die Menge der gefundenen Pflanzenzellen richtet sich nach der eingenommenen Nahrung.

Bezüglich der Stärke ist zu sagen, dass ihr Nachweis in isolirten Körnchen und Kugeln stets pathologisch ist, abgesehen vielleicht bei Kindern, die überwiegend mit stärkereicher Kost ernährt wurden. Man findet die Stärke bei gestörter Darmfunction wie auch bei Hyperacidität des Magens (s. d.).

Muskelfasern enthält jeder Stuhl nach Fleischnahrung, oft mit sehr gut erhaltener Structur; nach überreichlichem Fleischgenuss (Diabetiker) und bei sehr lebhafter Peristaltik wird man grössere Mengen, oft schon makroskopisch als braune Punkte sichtbar, beobachten.

Desgleichen erscheinen Fettkügelchen und -Nadeln bei reichlichem Fettgenuss normalerweise im Stuhle (bezüglich des Fettstuhls s. Chemie des Kothes). Die Salze (Tripelphosphate, gelb gefärbte Kalksalze, oxalsaurer Kalk, Cholesterin) sind normale Stuhlbestandtheile und ohne jede semiologische Bedeutung. Eine solche besitzen nur die *Charcot*'schen Krystalle, die häufig bei jeder Art Helminthen gefunden wurden, und die als geradezu pathognomisch auf das Vorhandensein von Helminthen hinweisen. Man nimmt an, dass letztere durch irgend welche Stoffwechselvorgänge die Bildung der Krystalle bewirken.

Schleim ist chemisch nachweisbar im normalen Stuhl vorhanden, aber nie in einem solchen makro- oder mikroskopisch sichtbar. Jede derartig erkennbare Beimischung ist nicht mehr physiologisch. Sie beruht in den meisten Fällen auf einem Darmkatarrh, dessen Sitz umso höher anzunehmen ist, je inniger der Schleim und Koth gemengt erscheinen. Bei ganz oberflächlichem Anhaften des massigen zähen Schleims an der Kothsäule ist eine Erkrankung des unteren (Dick-) Darmabschnittes vom Rectum bis etwa zur Flexura coli sin. anzunehmen.

Bei sehr geringem Schleimüberzug auf einer sehr voluminösen, harten Kothsäule braucht kein eigentlicher Katarrh, sondern nur eine leichte Reizung der Dickdarmwand, durch das Passiren des Kothes hervorgerufen, vorzuliegen. Ferner giebt es eine als nervös aufgefasste Schleimabsonderung des Dickdarmes (Enteritis pseudomembranacea

oder Colica mucosa), bei der grosse geléeartige, lamellen- oder röhrenförmige Schleimmassen, oft ohne Fäcalbeimengung, ausgeschieden werden. Endlich soll noch bei der sogenannten Darmdyspepsie Schleim im Stuhl vorkommen.

Mikroskopisch erscheint der Schleim — von jenen Formen abgesehen — unter dem Bilde der sogenannten gelben Schleimkörner; sie deuten dann (s. o.) auf eine Dünndarmaffection.

Blut ist selten mikroskopisch nachweisbar, da die Zellen sehr bald zerstört werden; es deuten also rothe Blutkörperchen auf eine sehr tief unten gelegene Blutung. Ebenso findet man Eiter (Rundzellen) nur bei ulcerativen Processen im unteren Dickdarmabschnitt (Dysenterie, Carcinom). Die höher gelegenen Eiterungen entziehen sich meist dem mikroskopischen Nachweis.

Gewebsfetzen mit Schleimhautstructur findet man bei Dysenterie; nekrotische Partikel, abgestossene Darmwand oft bei Invagination des Darmes. Die Geschwulstpartikel bedürfen keiner Erläuterung; ebensowenig die verschiedenen Darmparasiten, die im I. Theil beschrieben sind.

C. Chemische Untersuchung.

Die Reaction des Kothes ist meist schwach alkalisch infolge des bei der Eiweissverdauung gebildeten NH_3. Bei Milch- oder reichlicher Amylaceennahrung kann der Stuhl auch neutral oder schwach sauer reagiren; ebenso pathologisch bei starken Zersetzungsvorgängen im Darm.

Normalerweise sind im Koth Eiweiss, Albumosen, Peptone nicht mehr vorhanden; ebensowenig Darmenzyme, Gallenfarbstoff und Gallensäuren. Ihr Vorhandensein deutet auf beschleunigte Peristaltik und ist stets pathologisch. Der Nachweis der fehlenden Stärke wird bequemer mikroskopisch geführt (s. d.).

Fett wird beim Gesunden bereits bei reichlicher Fettzufuhr durch den Darm entleert; und zwar 6,9—10,5% des eingeführten! Bei überreichlicher Zufuhr wird entsprechend mehr ausgeschieden, da der Darm täglich nur ca. 300 Grm. Fett aufzunehmen vermag. Bei totalem Gallenmangel sinkt die Fettresorption im Darm derartig, dass 55,2—78,6% wieder ausgeschieden werden; man spricht dann von Fettstuhl, Steatorrhoe.

Wir beobachten Fettstühle auch bei Erkrankung der aufsaugenden Apparate des Darms (Amyloid, Tuberculose, Enteritis, Mesenterialdrüsenerkrankung), zu einer Zeit bereits, wo die Assimilation der übrigen Nährstoffe, Eiweiss und besonders Kohlehydrate, noch eine gute ist.

Fehlen des Pankreassaftes documentirt sich durch mangelhafte Fettspaltung; nicht durch quantitative Verminderung der Fettresorption im Darm, d. h. nicht durch Steatorrhoe. Während nämlich normalerweise ca. 84% des Kothfettes gespalten ist und aus freien Fettsäuren und Seifen besteht, nur der Rest aus ungespaltenem Fett, ist bei Pankreasverschluss das Verhältnis ein sehr stark verschobenes zu Gunsten des ungespaltenen Fettes; nur etwa 40% Fett sind gespalten, 60% ungespalten.

Blut erscheint entweder in stückigen, geronnenen Massen, oder es färbt, dem Koth in den höheren Verdauungswegen bereits innig beigemengt, diesen braun bis schwarz und macht ihn lackglänzend. Es

findet sich so nach Magendarmblutungen infolge von Ulcus, Stauungen, Neoplasmen, bei Embolie der Art. meseraica.

Doch kann das Blut auch aus Nase oder Lungen herrührend verschluckt sein. Bei sehr gesteigerter Peristaltik oder ausgesprochener Diarrhöe kann das Blut, das aus einer Hämorrhagie der oberen Darmabschnitte stammt, hellroth entleert werden. Doch deutet diese Farbe im allgemeinen auf ganz tiefe Darmpartien; es haftet dann dem Koth nur äusserlich an (Hämorrhoiden, Geschwüre, Neubildungen vom After bis S Romanum).

Säuglingskoth.

Eine gesonderte Stellung nimmt der Koth des Säuglings ein. Je nachdem das Kind mit Muttermilch, Kuhmilch oder Kindermehlen ernährt wird, erscheint sein normaler Koth von anderer Beschaffenheit. Die Fäces des Brustkindes sind von eigelber Farbe und salbenförmiger Consistenz, sie riechen und reagiren schwach sauer; nach Kuhmilch ist der Stuhl fester und seine Farbe mehr weisslich, da er mit weisslichen Flocken und Gerinnseln (mehr unverdautes Eiweiss und Fett) durchsetzt ist. Dunkler, gelbbräunlich erscheint die Farbe des Kothes nach Kindermehlnahrung; Geruch und Reaction sind stärker sauer. Ein direct fauliger Geruch an Stelle des sauren tritt erst auf, wenn das Kind Eier oder Fleisch zu essen beginnt; ohne diese Nahrung muss jeder fötid riechende Stuhl als pathologisch bezeichnet werden (acute oder chronische Enteritis, Dyspepsie).

Die normale Zahl der Säuglingsstühle in 24 Stunden beträgt 1—3; starke Vermehrung beobachtet man bei Cholera infantum, Enterokatarrh, Dyspepsie; bei letzterer Erkrankung kommen aber auch zu seltene oder normal häufige Entleerungen vor.

Die normale Consistenz kann einer ganz festen Form Platz machen (Dyspepsie mit Kuhmilch ernährter Kinder); das Häufigere ist, dass der Stuhl dünner wird. Einer dicken, gelblichen Suppe gleicht er beim acuten Magendarmkatarrh. „Zerfahren“ oder „gehackt“ nennt man ihn, wenn einzelne Stücke desselben durch mehr minder reinen Schleim getrennt, respective zusammengehalten werden (Dyspepsie der Brustkinder). Noch schleimiger, eventuell mit Eiter und Blut gemengt, ist der Koth bei Enteritis follicularis; rein wässerig, spritzend entleert, beim Enterokatarrh. Der Reiswasserstuhl bei Cholera asiatica unterscheidet sich nicht von dem Erwachsener bei der gleichen Erkrankung.

Von grosser semiologischer Bedeutung ist die Farbe des Säuglingsstuhls, deren Aenderung den Müttern zuerst auffällt. Die häufigste Erkrankung des Säuglings, die Dyspepsie, offenbart sich oft nur durch das eine Symptom des grünen Stuhls; es kann nun der Koth grasgrün entleert werden, oder aber es verwandelt sich erst nach der Entleerung sein Gelb von den Rändern und der Oberfläche her ins Grünlichgelbe bis ins Grüne (Umwandlung des Bilirubins in Biliverdin).

Das grau-thonige Aussehen des Säuglingsstuhls beim Icterus (nicht Icterus neonatorum!) ist gleich dem des ikterischen Erwachsenen.

Endlich erscheint der Stuhl bei der sogenannten Fettdiarrhöe schmierig-fettig, selbst seifig glänzend.

Die chemische Untersuchung des ausgeheberten Mageninhalts.

Von Dr. A. Kowarsky.

I. Gewinnung des Untersuchungsmateriales.

Aus dem nüchternen Magen oder nach einem Probefrühstück kann der Mageninhalt durch zweierlei Methoden gewonnen werden. Die einfachste und bequemste ist die

1. Expressionsmethode nach *Ewald* und *Boas*, da sie ausser der Sonde keine weiteren Instrumente und für den Kranken keine besondere Anstrengung erfordert. Die Methode besteht darin, dass man nach Einführung der elastischen Sonde die Bauchpresse wirken lässt, wodurch die im Magen befindliche Flüssigkeit in den Schlauch gepresst und dann durch Heberwirkung nach aussen entleert wird. Die Bauchpressbewegungen können durch Hustenlassen verstärkt werden. Bei Magengeschwüren, ulcerirenden Carcinomen und hämorrhagischen Zuständen ist diese Methode unbedingt contraindicirt, da durch starkes Pressen auf der Magenschleimhaut Blutungen hervorgerufen werden können. In diesen Fällen bedient man sich der

2. Aspirationsmethode. Bei dieser Methode wird der Mageninhalt mittels eines mit der Magensonde verbundenen Aspirationsapparats angesaugt. Die Aspiration kann mittels eines Flaschenaspirators (nach dem Typus des *Potain*'schen Apparates zur Aspiration von pleuritischen Exsudaten) oder Ballonaspirators vorgenommen werden. *Ewald* bedient sich hierzu eines birnförmigen Ballons, welcher in passender Weise mit der Magensonde verbunden wird. Hierbei muss man aber nach jeder Ansaugung die Birne entfernen, was sehr umständlich ist. Bei dem von *Boas* vorgeschlagenen Ballonaspirator ist durch eine besondere Hahnvorrichtung diese Unbequemlichkeit beseitigt.

Die Aspirationsmethode muss mit grosser Sorgfalt und Vorsicht ausgeführt werden, da die Gefahr der Abreissung von Schleimhauttheilchen in Betracht gezogen werden muss.

II. Untersuchung der allgemeinen Eigenschaften des Mageninhalts.

a) Menge. Einen annähernden und für die Praxis vollkommen genügenden Begriff über die Menge des Mageninhalts ergiebt das Filtrat,

des genau eine Stunde nach dem *Ewald*'schen Probefrühstück (35 bis 70 Grm. Weissbrot und eine Tasse Thee) entnommenen Mageninhalts. Dasselbe beträgt in der Norm nach *Boas* 20—25 Ccm.

Eine genauere Bestimmung des Gesammtmageninhalts wird nach *Strauss* folgenderweise ausgeführt:

Man extrahirt zuerst einen Theil des Mageninhalts und bestimmt die Menge und das specifische Gewicht desselben. Sodann bringt man eine bestimmte Menge Wasser in den Magen, lässt es mit dem Mageninhalt mischen, hebert, so viel man kann, heraus und bestimmt das specifische Gewicht des verdünnten Mageninhalts. Die gesuchte Zahl ergiebt sich aus der Formel

$$x = \frac{V.S. + (a - V)S' - a}{S - S'},$$

in welcher S das specifische Gewicht des unverdünnten, S' das specifische Gewicht des verdünnten Inhalts, V die Menge des ausgeheberten verdünnten Inhalts und a die Menge des zugesetzten Wassers ist.

b) Der Geruch des Mageninhalts ist in der Norm indifferent. Auch unter pathologischen Verhältnissen, wenn der Magen vor Einnahme des Probefrühstücks vollkommen leer war, kann ein mehr oder weniger ausgesprochener Geruch fehlen. Bei stark ausgesprochener Gastrectasie ist sehr oft ein stark stechender Geruch nach flüchtigen Fettsäuren (Buttersäure, Valeriansäure) bemerklich. Bei Zerfall eines ausgedehnten Magencarcinoms findet sich ein aashafter, bei Ileus ein fäculenter Geruch.

c) Farbe. Der reine Magensaft, sowie der Mageninhalt nach dem Probefrühstück sind normalerweise farblos. Häufig ertheilen geringe Beimischungen von Galle demselben eine gelbe resp. grünliche Färbung. Bei grösserem Gallenfarbstoffgehalt bekommt der Mageninhalt eine grasgrüne Farbe (durch längeres Verweilen des Bilirubins im Magen wird es in Biliverdin umgewandelt).

Die Veränderung der Farbe in pathologischen Fällen wird am häufigsten durch Blutbeimischungen verursacht. Kleine Blutstreifen an der Oberfläche des Mageninhalts haben keine besondere Bedeutung, da sie in der Regel von den Würgbewegungen herrühren. Eine blutige Färbung des gesammten Inhalts beweist das Vorhandensein einer ernsten Krankheit und muss den Arzt veranlassen, von jeder weiteren Sondirung abzusehen.

d) Consistenz. Der Mageninhalt nach dem Probefrühstück ist gewöhnlich von dünnbreiiger Beschaffenheit. Durch Beimischung von grösseren Mengen Schleim bekommt er eine schleimige Consistenz.

Die Inspection des Mageninhalts unterrichtet über den Grad der Einwirkung der Verdauungssäfte. Man unterscheidet: absolut unverdauten und gut verdauten Mageninhalt. Beim Fehlen jeder Verdauungsthätigkeit gleicht der Mageninhalt der ursprünglichen, in Wasser gelegenen Mahlzeit. Bei theilweise verdautem Mageninhalt sind mehr oder weniger unverdaute Speisereste sichtbar. Zuweilen kann man eine Bildung von drei Schichten im Gefässe bemerken. Die oberste Schicht besteht in solchen Fällen gewöhnlich aus Schleim oder gröberen Speiseresten (meist unverdauten), die mittlere — grösste Schicht — aus Flüssigkeit, die untere enthält den Chymus.

III. Die qualitative chemische Untersuchung.

Der während der Verdauungszeit ausgeheberte Mageninhalt stellt ein Gemenge des Secretes der Magenschleimhaut mit den durch die Verdauung theils veränderten, theils noch unveränderten Ingestis dar. Dementsprechend muss die chemische Untersuchung sich nicht nur auf die Secretbestandtheile (Salzsäure, Pepsin, Lab u. s. w.) beschränken, sondern auch die Verdauungsproducte beachten. In systematischer Weise wird die qualitative chemische Untersuchung am zweckmässigsten in folgender Reihenfolge ausgeführt:

I. Bestimmung der Reaction und Nachweis der sauren Verbindungen des Mageninhalts: der Salzsäure, Milchsäure, flüchtigen Fettsäuren und sauren Phosphate.

II. Untersuchung auf Fermente: Nachweis von Pepsin und Labferment.

III. Untersuchung der Verdauungsproducte: Eiweissstoffe (Pepton, Albumosen), Kohlehydrate und Gährungsproducte.

IV. Nachweis von pathologischen Bestandtheilen: Blut, Gallenfarbstoff, Gifte, Zersetzungsproducte u. s. w.

Der zur chemischen Untersuchung bestimmte Mageninhalt wird durch ein Faltenfilter in ein trockenes Becher- oder Cylinderglas filtrirt.

1. Reaction.

Die Reaction des Mageninhalts wird in üblicher Weise mittels Lackmuspapier bestimmt. Sie kann sauer, neutral, amphoter oder alkalisch sein.

In dem grössten Theile der normalen und pathologischen Fälle reagirt der Mageninhalt sauer. Eine neutrale oder alkalische Reaction findet sich unter folgenden Umständen: 1. Nach der Einnahme von alkalischen Medicamenten (kohlensaures Natron. alkalische Mineralwässer), 2. bei gewissen pathologischen Zuständen (chronische Gastritis, Carcinom, Neurosen), 3. starke Beimengungen von Galle oder Blut sind gleichfalls imstande, die Säuren des Mageninhaltes zu neutralisiren und sogar eine alkalische Reaction hervorzurufen.

Freie Säuren.

Ist die saure Reaction des Mageninhalts festgestellt, so geht man zum Nachweis der Anwesenheit der freien Säuren über (da die saure Reaction bei vollkommenem Fehlen von freien Säuren vorhanden sein kann; in solchen Fällen wird sie durch die sauren Phosphate hervorgerufen). Die empfindlichste Probe auf freie Säuren stellt die Reaction mit Congoroth dar.

Congoroth wird durch freie Säure, nicht aber durch sauer reagirende Salze gebläut. Salzsäure von 0,05% an und darüber färbt dunkelblau, geringere Concentrationen geben schwach blaue oder violette Färbung. Organische Säuren unter 0,5% geben eine verwaschene violette Färbung, höhere Concentrationen färben dunkelblau. Da aber die organischen Säuren in Concentrationen über 0,5% im Mageninhalte nicht vorkommen, so kann diese Probe als vorläufige, orientirende Reaction auf Salzsäure dienen.

Zur Ausführung der Probe bedient man sich einer frisch bereiteten Lösung des Farbstoffs oder eines Papiers, welches nach Art der Reagenspapiere mit Congoroth gefärbt ist. Nach *Leo* und *Boas* ist die Lösung 10mal empfindlicher als das Reagenspapier. Da aber die Lösung jedesmal frisch bereitet werden muss, was für alltäglichen praktischen Gebrauch zu umständlich ist, so wird doch die Probe gewöhnlich mit dem Reagenspapier, welches sich gut conserviren lässt, ausgeführt. Man lässt einen Tropfen der Magenflüssigkeit auf das Papier fallen. Erhält man auf der getroffenen Stelle einen intensiv dunkelblauen Fleck, dann ist freie Salzsäure vorhanden. Ist die Färbung nur schwach blau oder violett oder färbt sich auch nur der Rand des Tropfens, so ist freie Säure vorhanden. Ueber die Natur derselben muss die weitere Untersuchung entscheiden.

Die anderen Proben auf freie Säuren werden gleichzeitig auch als Reactionen auf freie Salzsäure benutzt und werden darum bei der letzteren erwähnt.

2. Nachweis der freien Salzsäure.

Der Begriff „freie Salzsäure" wird gewöhnlich dem Begriffe „gebundene Salzsäure" entgegengesetzt. Unter freier Salzsäure versteht man solche Säure, welche durch die speciellen Reactionen nachgewiesen werden kann. Die (meist an Eiweissstoffe) gebundene Salzsäure bleibt zwar für diese Reactionen latent, besitzt jedoch für die Verdauung einen gewissen Werth, da sie eine Verbindung mit Pepsin bildet und auf diese Weise eine Verdauung ohne freie Säure zustande bringen kann. Jedenfalls ist diese Verdauung sehr geringfügig im Vergleich zu der Verdauung bei Gegenwart von freier Säure. Ueber die Bestimmung der gebundenen Salzsäure conf. quantitative chemische Untersuchung des Mageninhalts.

Die Reactionen auf freie Salzsäure können in zwei Gruppen vertheilt werden:

I. Reactionen, welche nur für Salzsäure charakteristisch sind.

II. Reactionen, welche überhaupt freie Säure nachweisen, bei der Untersuchung des Mageninhalts jedoch als Reactionen auf freie Salzsäure benutzt werden.

Zur ersten Gruppe gehören folgende Reactionen:

1. Die *Günsburg*'sche Reaction mit Phloroglucin-Vanillin.

Das Reagens besteht aus:

Phloroglucin	2,0
Vanillin	1,0
Alkohol absol.	30,0

Man bringt 3 Tropfen des Reagens und ebensoviele des filtrirten Mageninhalts in ein Porzellanschälchen und mischt innig durch; dann wird die Flüssigkeit vorsichtig über kleiner Flamme erwärmt (ohne den Siedepunkt zu erreichen), bis alles verdampft ist. Es bildet sich besonders am Rande ein schön carmoisinrother Spiegel. Der Spiegel entsteht noch bei einer Verdünnung von 0,01% HCl. Bei einer Verdünnung von 0,005% erhält man nur noch feine rothe Striche. Organische Säuren verhalten sich in stärksten Concentrationen dieser Reaction gegenüber vollkommen negativ. Da diese Reaction ausserdem noch sehr empfindlich ist, so wird sie als die sicherste und zuver-

lässigste Reaction zum Nachweis freier Salzsäure allgemein anerkannt. Nach *Boas* kann die Reaction auch mit einem mit dem Reagens imprägnirten Streifen Filtrirpapier ausgeführt werden. Wird ein solches Reagenspapier mit 2—3 Tropfen Mageninhalt betupft und vorsichtig über der Flamme erhitzt, so entsteht ein carmoisinrother Fleck, welcher bei Aetherzusatz unverändert bleibt.

Es ist zu bemerken, dass das *Günsburg*'sche Reagens sich bei längerem Aufbewahren leicht zersetzt, es empfiehlt sich daher, bei der Ausführung der Reaction die Brauchbarkeit der Lösung stets mit stark verdünnter Salzsäure zu controliren.

2. Die *Boas*'sche Resorcinreaction.

Das Reagens besteht aus

Resorcini resublimati . . .	5,0
Sacchari	3,0
Spiritus diluti ad	100,0

Man versetzt 5—6 Tropfen Mageninhalt mit 3—5 Tropfen dieser Lösung und erhitzt in einem Porzellanschälchen über kleiner Flamme vorsichtig bis zur vollständigen Trockene. Es bildet sich bei Anwesenheit von freier Salzsäure ein rosa- bis zinnoberrother Spiegel, welcher sich beim Erkalten allmählich verfärbt. Auch hier kann statt der Lösung ein mit derselben imprägnirter Filtrirpapierstreifen verwandt werden. Diese Reaction ist fast ebenso empfindlich und zuverlässig wie die *Günsburg*'sche. Ihre Ausführung erfordert aber eine grössere Vorsicht als letztere.

In der zweiten Gruppe der Reactionen auf freie Salzsäure werden als Reagentien meist Azofarbstoffe oder Farbstoffe der Rosanilingruppe benutzt. Folgende Farbenreactionen werden für diese Zwecke empfohlen:

Probe mit Tropäolin 00.

Eine alkoholische oder wässerige Lösung von Tropäolin 00 ist gelb bis rothgelb gefärbt. Bei Zusatz von Salzsäure (von 0,02% an) färbt sich die Lösung rosa oder braunroth. Organische Säuren unter 0,5% rufen keine Rothfärbung hervor. Zur Ausführung der Probe bedient man sich einer gesättigten alkoholischen Lösung oder mit derselben imprägnirter und dann getrockneter Papierstreifen. Mit der Lösung wird die Probe nach *Boas* in folgender Weise ausgeführt.

Man giebt in ein Porzellanschälchen 3—4 Tropfen der Lösung, vertheilt dieselbe durch Schwenken an den Rändern, lässt die gleiche Quantität Magensaft zufliessen und vermischt durch nochmaliges Schwenken. Bei langsamem Erhitzen über kleiner Flamme entstehen an dem Rande lila bis blaue Streifen, welche für Salzsäure allein charakteristisch sind, da organische Säuren in keiner Concentration solche Färbung geben.

Bequemer und einfacher wird die Reaction mittels Tropäolinpapiers ausgeführt.

Ein salzsäurehaltiger Mageninhalt färbt das Reagenspapier sofort dunkelbraunroth und nach dem Trocknen über kleiner Flamme lila bis blau. Organische Säuren in höheren Concentrationen geben zwar auch eine schwache Braunfärbung, aber niemals eine Lilafärbung.

Probe mit Methylviolett.

Eine violett gefärbte Lösung dieses Farbstoffes wird bei Zusatz von schwacher Salzsäure (unter 0,5%) blau gefärbt. Organische Säuren verändern die Farbe der Lösung erst bei höheren Concentrationen (über 0,5%).

Ausführung der Probe: 5—10 Ccm. Wasser versetzt man in einem Reagensglas mit 2—3 Tropfen einer concentrirten wässerigen Methylviolettlösung, wobei das Wasser eine deutlich violette Färbung annehmen muss. In einer anderen Eprouvette wird zu 5—10 Ccm. Mageninhalt ebensoviel von der Farbstofflösung zugegeben, wie vorher bei der Wasserlösung. Man vergleicht beide Lösungen. Erscheint die Mageninhaltlösung blau, so ist freie Salzsäure vorhanden.

Probe mit Dimethylamidoazobenzol.

Als Reagens wird eine 0,5%ige alkoholische Lösung des Farbstoffes benutzt. Die orangegelbe Lösung wird durch Salzsäure intensiv roth gefärbt.

Ausführung der Probe: 3—5 Ccm. des filtrirten Mageninhalts werden mit 3 Tropfen der Lösung versetzt. Schon bei Anwesenheit von Spuren freier Salzsäure (0,002%) entsteht eine feurigrothe Färbung. Organische Säuren geben die Reaction erst in Concentrationen über 0,5% und dann nur bei Abwesenheit von Eiweiss, Pepton und Mucin. Auch locker gebundene Salzsäure giebt die Reaction nicht (s. u.).

Alle diese Farbstoffproben sind zwar mehr oder weniger empfindlich, ergeben jedoch keine unbedingt zuverlässigen Resultate, und bei geringen Mengen Salzsäure ist letztere sehr schwer mittels dieser Proben von organischen Säuren zu unterscheiden. In manchen Fällen wird man zur Differenzirung der Säuren und sauren Salze die Trennung und den Nachweis der letzteren nach der von *Leo* vorgeschlagenen Methode vornehmen.

Probe mit kohlensaurem Kalk *(Leo)*.

Die Probe beruht darauf, dass freie Säuren beim Vermengen mit kohlensaurem Kalk schon in der Kälte neutralisirt werden unter Abspaltung von CO_2; dadurch wird die saure Reaction der Lösung in eine neutrale verwandelt. Saure Phosphate bleiben dabei unverändert und bei Anwesenheit derselben behält die Lösung ihre saure Reaction.

Ausführung: 5—10 Tropfen des Mageninhalts werden im Uhrgläschen mit einer Messerspitze gepulverten kohlensauren Kalks gemischt. Man prüft mit Lackmuspapier die Reaction des Gemisches und vergleicht mit der ursprünglichen Reaction des Mageninhalts. Reagirt der Mageninhalt nach der Behandlung mit $CaCO_3$ neutral, so sind nur freie Säuren vorhanden und keine sauren Salze (Phosphate). Ist die saure Reaction nach Behandlung mit $CaCO_3$ nur schwächer geworden, so sind freie Säuren und saure Salze gleichzeitig vorhanden. Bleibt aber die saure Reaction unverändert, so sind nur saure Salze, aber keine freien Säuren vorhanden.

Ist mittels dieser Probe das Vorhandensein von freien Säuren festgestellt, so verfährt man nun zum Nachweis der Natur der Säuren folgenderweise: Es werden qualitative Proben auf Milchsäure und flüch-

tige Fettsäuren ausgeführt (s. u.). Ergiebt diese Untersuchung ein negatives Resultat, so ist hiermit der Beweis erbracht, dass es sich nur um Salzsäure handelt. Sind Milchsäure und flüchtige Fettsäuren vorhanden, so werden 10 Ccm. des Mageninhalts in einem Scheidetrichter oder Becherglas 5mal hintereinander mit je 50 Ccm. Aether ausgeschüttelt, wobei der abgesetzte Aether jedesmal möglichst vollständig abgegossen wird. Durch die Aetherextraction werden die organischen Säuren entfernt und mit dem Rückstand wird die Probe mit $CaCO_3$ angestellt. Ergiebt die Probe das Vorhandensein freier Säure, so ist damit die Anwesenheit von Salzsäure bewiesen.

Bei geringem Gehalt an sauren Phosphaten giebt diese Probe gute Resultate. Bei grösseren Mengen von sauren Salzen ist sie weniger zuverlässig.

Empfindlichkeitsgrenzen der verschiedenen Salzsäureproben nach *Boas* und *Krukenberg*.

Dimethylamidoazobenzol	giebt	noch	eine	Reaction	bei	0,002‰	HCl
Congolösung	„	„	„	„	„	0,009‰	„
Congopapier	„	„	„	„	„	0,020‰	„
Günzburg'sche Reaction	„	„	„	„	„	0,050‰	„
Boas'sche Resorcinprobe	„	„	„	„	„	0,050‰	„
$CaCO_3$ nach *Leo*	„	„	„	„	„	0,080‰	„
Methylviolett	„	„	„	„	„	0,200‰	„
Tropäolin 00	„	„	„	„	„	0,300‰	„

3. Nachweis der Milchsäure.

Von den zwei Arten der Milchsäure, der Gährungsmilchsäure (optisch inactiv) und der Fleischmilchsäure (optisch activ), kommt bei der Untersuchung des Mageninhalts nur die erstere in Betracht. Sie bildet sich als Product der Gährung aus Kohlehydraten unter der Einwirkung von Spaltpilzen (Bacterium acidi lactici).

Sie wird durch folgende Reactionen nachgewiesen:

1. Die einfache Eisenchloridprobe.

50 Ccm. Wasser versetzt man mit einem Tropfen Liquor ferri sesquichlorati. Das Wasser färbt sich kaum merkbar gelb. Wenn man zu einigen Cubikcentimetern dieser Lösung eine gleiche Menge einer ganz schwachen Milchsäurelösung (von 0,01% an) hinzufügt, wird die Flüssigkeit sofort deutlich zeisiggelb. Essigsäure, Buttersäure und Salzsäure in Concentrationen unter 0,3% lassen die Flüssigkeit unverändert. Auf demselben Princip beruht auch die

2. *Uffelmann*'sche Eisenchlorid-Carbolreaction.

Eine Mischung von 10 Ccm. 4%iger Carbolsäure, 20 Ccm. Wasser und einem Tropfen Eisenchloridlösung hat eine amethystblaue Farbe. Das Gemisch muss stets frisch bereitet werden, denn die Farbe verändert sich schon nach einigen Minuten und die Lösung nimmt eine fahlgraue Farbe an. Versetzt man diese Lösung mit einem gleichen Volumen einer Milchsäurelösung (von 0,01% an), so färbt sich das Gemisch sofort zeisig- oder citronengelb.

Da auch andere im Mageninhalte vorkommende Säuren (Ameisensäure, Essigsäure), sowie Traubenzucker, Alkohol und Peptonlösungen eine ähnliche Reaction geben, so ist die Eisenchloridreaction bei directer Anstellung im Mageninhalt ungenau. Es sind darum verschiedene Modificationen, welche diese Fehlerquellen beseitigen sollen, vorgeschlagen.

Am brauchbarsten sind folgende:

a) Modification nach *Kelling*. Der Einfluss der die Reaction störenden Substanzen wird bei dieser Modification durch starke Verdünnung mit destillirtem Wasser beseitigt.

Ausführung: Das Filtrat des Mageninhaltes wird auf das 10—20fache verdünnt und mit 1—2 Tropfen einer 5%igen Eisenchloridlösung versetzt. Bei Anwesenheit von Milchsäure entsteht eine in durchfallendem Lichte wahrnehmbare grünliche Färbung. Die Probe beruht auf der Thatsache, dass Milchsäure noch in einer Verdünnung von 1 : 10,000 im durchfallenden Lichte mit einer Eisenchloridlösung eine grünliche Färbung erzeugt.

b) Modification nach *H. Strauss*. 5 Ccm. des Mageninhaltes werden mit 20 Ccm. alkoholfreiem Aether geschüttelt. Nach dem Absetzen wird ein Theil (5 Ccm.) des Aethers abgegossen, mit einer 4fachen Menge Wasser verdünnt und mit 2 Tropfen einer Eisenchloridlösung (1 : 9) kräftig umgeschüttelt. Es tritt dann bei etwa 1‰ Milchsäuregehalt eine intensiv grüne, bei einem geringeren Gehalt eine schwach grüne Färbung auf.

3. Reaction von *Boas*.

Die Probe beruht darauf, dass Milchsäure bei der Oxydation Acetaldehyd abspaltet. Letzteres wird durch eine alkalische Jodlösung in Aceton übergeführt, so dass durch den Nachweis desselben ein Beweis für die Anwesenheit der Milchsäure geliefert wird.

Ausführung: 10—20 Ccm. des filtrirten Mageninhaltes werden in einer Porzellanschale auf dem Wasserbade bis zum Syrup eingedampft. Bei Vorhandensein freier Salzsäure wird vor dem Eindampfen kohlensaurer Baryt in Ueberschuss zugesetzt, bei Fehlen von freier Salzsäure ist dieser Zusatz überflüssig.

Der Syrup wird alsdann mit einigen Tropfen Phosphorsäure versetzt und die Kohlensäure durch Aufkochen vertrieben. Nach dem Erkalten der Flüssigkeit wird sie 2—3mal mit je 50 Ccm. alkoholfreien Aethers extrahirt und die klare Aetherschicht nach halbstündigem Digeriren abgegossen. Der Aether wird durch Abdestilliren verjagt, der Rückstand mit 45 Ccm. Wasser aufgenommen und abfiltrirt. Das Filtrat versetzt man mit 5 Ccm. concentrirter Schwefelsäure (specifisches Gewicht 1,84) und einer Messerspitze Braunstein und destillirt vorsichtig das Gemisch (bei kleiner Flamme). Das Destillat zeigt schon in den ersten Tropfen bei Anwesenheit von Milchsäure eine deutliche Jodoformreaction, d. h. beim Versetzen des Destillats mit einer alkalischen Jodlösung (gleiche Theile Zehntel-Normaljodlösung und Normalkalilauge) entsteht Trübung und deutlicher Geruch nach Jodoform und bei grösseren Mengen von Milchsäure Ausscheidung eines gelben Jodoformsediments.

Bei der Beurtheilung der Resultate der Prüfung auf Milchsäure muss darauf Rücksicht genommen werden, dass dieselbe mit der Nahrung eingeführt wird. Ausser der Fleischmilchsäure, welche im Fleisch ent-

halten ist, wird auch die Gährungsmilchsäure mit der Milch und, wie *Boas* nachgewiesen hat, mit dem Weissbrot, Zwieback und Kuchen in mehr oder minder grossen Mengen in den Magen eingeführt. Wird deswegen auf den Nachweis der Milchsäure ein besonderer diagnostischer Werth gelegt, so muss anstatt des üblichen *Boas-Ewald*'schen Probefrühstücks eine vollkommen milchsäurefreie Nahrung eingeführt werden. Als solche empfiehlt *Boas* eine aus Hafermehl *(Knorr)* zubereitete und mit Kochsalz versetzte Mehlsuppe, welche vor der Mageninhaltsausheberung in einer Menge von 1—2 Liter eingenommen wird. Bei Magenerweiterung mit Stagnation empfiehlt es sich, spät abends den Magen gründlich auszuspülen und dann den Patienten die Mehlsuppe zu sich nehmen zu lassen. Der Mageninhalt wird morgens nüchtern ausgehebert und untersucht.

4. Nachweis der flüchtigen Fettsäuren.

Von den flüchtigen Fettsäuren kommen bei der Mageninhaltsuntersuchung hauptsächlich Essigsäure und Buttersäure in Betracht. Sie werden entweder mit der Nahrung eingeführt oder bilden sich als Producte einer anormalen Kohlehydratgährung; nur im letzteren Falle haben sie eine diagnostische Bedeutung.

Zur vorläufigen Orientirung über die Anwesenheit von flüchtigen Fettsäuren kann man sich der folgenden einfachen und für praktische Zwecke genügenden Probe bedienen: Man erwärmt circa 10 Ccm. des zu untersuchenden Mageninhalts in einem Reagensglas, an dessen Ende sich ein kleiner Streifen feuchten blauen Lackmuspapiers befindet. Sind flüchtige Säuren vorhanden, so färbt sich das Lackmuspapier roth *(Leo)*.

Ein genauerer Nachweis geschieht auf folgendem Wege: 15 bis 20 Ccm. Mageninhalt werden mit einem Gramm Natriumsulfat versetzt und 2—3mal mit je 50 Ccm. Aether ausgeschüttelt; der Aether wird abgegossen und durch Destilliren verjagt; es hinterbleibt ein flüssiger Rückstand, welcher bei Anwesenheit von organischen Säuren deutlich sauer reagirt und einen charakteristischen Geruch besitzt. Dieser Rückstand wird in zwei gleiche Portionen getheilt, mit welchen specielle Reactionen auf Essigsäure und Buttersäure ausgeführt werden.

a) Nachweis der Essigsäure. Die Flüssigkeit wird mit Wasser aufgenommen, mit einer verdünnten Sodalösung genau neutralisirt und mit einem Tropfen Eisenchlorid versetzt. Bei Anwesenheit von Essigsäure färbt sich die Flüssigkeit blutroth und giebt beim Kochen einen braunrothen Niederschlag von basisch-essigsaurem Eisenoxyd.

Ameisensäure giebt zwar auch dieselbe Reaction, aber für diagnostische Zwecke wird dadurch die Bedeutung des positiven Resultates der Reaction nicht geändert, denn die Ameisensäure kann im Mageninhalte nur als Product der ablaufenden sauren Gährung vorkommen.

b) Zum Nachweis der Buttersäure wird die zweite Portion des Aetherrückstandes in 2—3 Tropfen Wasser gelöst und mit einem ganz kleinen Stückchen Chlorcalcium versetzt. Die Buttersäure scheidet sich dabei (infolge ihrer Unlöslichkeit in Salzlösungen) in kleinen, auf der Oberfläche schwimmenden Tropfen ab, die den specifischen Geruch der Buttersäure erkennen lassen.

5. Nachweis der Verdauungsfermente.

1. Pepsin und Pepsinogen.

Das eiweissverdauende Ferment des Magensaftes Pepsin entsteht aus dem Pepsinogen, dem specifischen Producte der Hauptzellen der Magendrüsen, durch die Einwirkung von Säuren. Besonders schnell geschieht die Umwandlung des Pepsinogens in actives Pepsin durch die Einwirkung der Salzsäure.

Auf dieser Thatsache beruht der Nachweis des Pepsins und seiner Vorstufe im Mageninhalte. Wenn ein Mageninhalt freie Säure enthält und gleichzeitig Eiweissstoffe verdaut, so ist damit der Beweis des Vorhandenseins von Pepsin geliefert. Enthält der Magensaft keine freie Säure, so kann in diesem Falle nur Pepsinogen vorhanden sein. Ein derartiger Mageninhalt muss eiweissverdauende Eigenschaften nach Zusatz genügender Menge Salzsäure erhalten. Ist es nicht der Fall, so ist auch Pepsinogen nicht vorhanden.

Ausführung der Verdauungsproben.

a) Probe mit Carminfibrin.

Darstellung des Carminfibrins: Das vom Blut ausgeschiedene Fibrin wird mit Wasser sorgfältig ausgewaschen und auf 24 Stunden in eine 1%ige ammoniakalische Carminlösung gelegt. Alsdann wird das Fibrin wieder gründlich mit Wasser gewaschen, bis das abfliessende Wasser vollkommen farblos ist. Die auf diese Weise gefärbten Fibrinflocken werden in Glycerin aufbewahrt. Sie halten sich darin unverändert jahrelang und geben ihren Farbstoff nur dann ab, wenn sie selbst aufgelöst werden.

Zur Ausführung der Probe wäscht man einige Carminfibrinflocken mit Wasser aus und hält sie in 0,2%iger Salzsäure (1 Ccm. rauchender HCl in 100 Ccm. Wasser), bis sie gallertig gequollen sind. Man entfernt hierauf die nicht imbibirte Salzsäure durch Pressen zwischen den Fingern und bringt die Stückchen in ein Reagensglas mit 5—10 Ccm. des zu untersuchenden Mageninhaltes. Eine gleiche Anzahl Fibrincarminflocken werden nur ausgewaschen und ohne Salzsäurebehandlung in ein zweites Reagensglas mit demselben Quantum Mageninhalt gebracht. Bei Anwesenheit von Pepsin und Salzsäure färbt sich innerhalb 5—10 Minuten die Flüssigkeit in beiden Reagensgläsern schon bei Zimmertemperatur deutlich roth. Enthält der Mageninhalt keine freie Säure, sondern nur Pepsinogen, so werden sich nur die mit Salzsäure behandelten Fibrinflocken auflösen und die Flüssigkeit roth färben, während die Flüssigkeit in dem zweiten Reagensglase farblos bleiben wird. Bleiben beide Flüssigkeiten unverändert, so ist weder Salzsäure noch Pepsin im Mageninhalte vorhanden.

b) Probe mit Eiweissscheiben oder ungefärbten Fibrinflocken.

Eiweissscheiben von 1 Mm. Dicke und 1 Cm. Durchmesser schneidet man mit Doppelmesser und Korkbohrer aus gekochtem Hühnereiweiss. Getrocknete Fibrinflocken (Präparat von *Grübler*, Leipzig) oder Lamellen aus Serumalbumin (*Merck*, Darmstadt) sind im fertigen Zustande käuflich. Sie werden am besten in Glycerin conservirt.

Zur Ausführung der Probe bringt man eine Eiweissscheibe in ein 10 Ccm. filtrirten Mageninhalt enthaltendes Reagensglas und stellt dasselbe in einen auf 37—40° eingestellten Brutschrank. Bei Anwesenheit von freier Salzsäure und Pepsin löst sich nach kurzer Zeit das Eiweiss auf. Ist durch die chemische Untersuchung das Fehlen von Salzsäure nachgewiesen, so wird der Mageninhalt mit 1—2 Tropfen officineller

Salzsäure angesäuert. Bei Vorhandensein von Pepsinogen wird dann ebenfalls eine Auflösung des Eiweisses stattfinden. Eiweissscheiben werden vom Magensaft viel schwerer aufgelöst als das Fibrin. Nach *Jaworsky* wird eine Eiweissscheibe von 5 Cgrm. in 25 Ccm. Magenfiltratsaft bei 40° C. in 3 Stunden verdaut, während Fibrin unter denselben Bedingungen schon in der Hälfte dieser Zeit aufgelöst wird.

2. Labferment und Labzymogen.

Das Labzymogen ist ebenso wie das Pepsinogen ein Product der Magendrüsen, welches durch die Einwirkung der Salzsäure in Labferment verwandelt wird. Das Labferment besitzt die Eigenschaft, unabhängig von der Magensäure Milch zur Gerinnung zu bringen, und zwar bei schwach saurer und neutraler Reaction. Bei schwach alkalischer Reaction bleibt die Fermentwirkung aus, entsteht aber wieder nach Zusatz von Kalksalzlösungen. Die Wirkung der Kalksalze erklärt sich dadurch, dass sie das Labzymogen in Labferment überführen.

Nachweis des Labferments: 10 Ccm. filtrirten Mageninhalts werden mit schwacher Natronlauge (0,5%) genau neutralisirt und mit einer gleichen Menge abgekochter Milch von neutraler oder amphoterer Reaction versetzt. Das Gemisch wird in den Brutschrank gebracht. Bei Gegenwart von Labferment erfolgt innerhalb 10—30 Minuten Gerinnung des Caseins und bei weiterem Stehen Bildung eines einzigen Coagulum (Käse). Man muss sich jedesmal überzeugen, dass die Reaction des Gemisches nach der Gerinnung unverändert geblieben ist, da das Casein auch durch nachträglich gebildete Säure zur Gerinnung gebracht werden konnte.

Nachweis des Labzymogens: 2 Ccm. des filtrirten Mageninhalts werden in Ueberschuss mit kohlensaurem Natron, 2 Ccm. 3%iger Chlorcalciumlösung und 10 Ccm. Milch versetzt und in den Brutschrank gestellt; bei Anwesenheit von Labzymogen tritt allmählich Gerinnung ein.

6. Nachweis der Verdauungsproducte.

1. Producte der Eiweissverdauung.

Unter dem Einfluss des Magensaftes werden die Eiweisskörper der in den Magen eingeführten Nahrung durch mehrere Zwischenstufen in Pepton übergeführt.

Von den Zwischenstufen kommen gewöhnlich bei der Mageninhaltuntersuchung Syntonin und Propepton (Albumosen) in Betracht.

Der Nachweis dieser Substanzen und des Peptons kann selbstverständlich nur dann eine gewisse diagnostische Bedeutung haben, wenn zuerst ihre Abwesenheit in der eingeführten Nahrung nachgewiesen ist.

a) Nachweis des Syntonins (Acidalbumin). Der filtrirte Mageninhalt wird mit verdünnter Natronlauge genau neutralisirt. Entsteht bei der Neutralisation eine Trübung oder ein Niederschlag, so ist Syntonin vorhanden. Bei weiterem Alkalizusatz oder beim Versetzen mit überschüssiger Säure löst sich der Niederschlag wieder auf.

Propepton oder Albumosen. Zum Nachweis der Albumosen muss der Mageninhalt von Albuminen (durch Kochen unter Zusatz einiger Tropfen Essigsäure) befreit werden. Im albuminfreien Filtrate werden Albumosen durch folgende Reactionen nachgewiesen:

1. Beim Versetzen mit 10—15 Tropfen concentrirter Salpetersäure bildet sich eine Trübung, welche beim Erhitzen verschwindet.

2. Dasselbe geschieht bei Zusatz von 10—15 Tropfen einer 20%igen Sulfosalicylsäure oder

3. Ferrocyankalium + Essigsäure.

Pepton. Zum Nachweis des Peptons wird der filtrirte Mageninhalt mit gepulvertem Ammoniumsulfat gesättigt. Hiedurch werden die Albumosen völlig ausgefällt. Die in Lösung gebliebenen Peptone werden in dem Filtrate durch die Biuretreaction nachgewiesen. Zur Ausführung der Biuretreaction muss in diesem Falle eine grosse Menge Natronlauge zugegeben werden (bis das ganze Ammonsulfat in Natriumsulfat übergeführt wird und ein Ueberschuss von Lauge vorhanden ist).

2. Producte der Kohlehydrateverdauung.

Neben unverändertem Amylum finden sich im Mageninhalte als Producte der Amylolyse: Erythrodextrin, Achroodextrin, Maltose oder Isomaltose und geringe Mengen Traubenzucker. Die Zwischenproducte der Amylolyse: Erythro- und Achroodextrin, unterscheiden sich durch ihr Verhalten gegen eine Jod-Jodkalilösung. Während unverändertes Amylum mit Jod-Jodkali eine blaue Färbung giebt, zeigt Erythrodextrin eine violette bis braunrothe Färbung; Achroodextrin bleibt ungefärbt.

Die Endproducte der Kohlehydrateverdauung, Maltose und Traubenzucker, werden durch die Reductionsproben (*Fehling* und *Nylander*) respective Gährungsprobe nachgewiesen.

7. Nachweis der pathologischen und abnormen Bestandtheile des Mageninhalts.

1. Schleim. Schon bei der makroskopischen Untersuchung des Mageninhalts sind Beimischungen von grösseren Mengen Schleim leicht erkennbar. Um kleinere Mengen Schleim nachzuweisen, muss mit dem Filtrate des Mageninhalts eine Mucinprobe ausgeführt werden.

Man versetzt in einem Reagensglas verdünnte Essigsäure mit einigen Tropfen des Filtrates des Mageninhalts. Bei Anwesenheit von Schleim bildet sich, je nach der Menge desselben, eine Trübung oder ein fadenziehender, allmählich zu Boden sinkender Niederschlag.

2. Gallenfarbstoff. Zum Nachweis des Gallenfarbstoffes bedient man sich der *Gmelin*'schen oder *Rosin*'schen Probe (über die Ausführung derselben s. im Abschnitt „Harnuntersuchung“).

3. Gallensäuren werden mit der *Pettenkofer*'schen Probe in folgender Weise nachgewiesen: Das Filtrat des Mageninhalts wird durch Kochen enteiweisst und filtrirt; einige Tropfen des Filtrates werden mit einer geringen Menge Rohrzuckerlösung und 2—3 Tropfen concentrirter Schwefelsäure versetzt und bis 60—70° C. erhitzt. Bei Anwesenheit von Gallensäuren erhält man eine purpurrothe Färbung. Zur Unterscheidung von Eiweisssubstanzen, welche auch eine ähnliche Färbung verursachen können, empfiehlt es sich nach *Schenk*, die purpurrothe Lösung mit Alkohol zu verdünnen und spectroskopisch zu untersuchen. Die Gallensäuren geben zwei charakteristische Absorptionsstreifen: zwischen D und E (im Grün) und vor F (im Blau).

4. Blut. Das Blut kann im Mageninhalte auf chemischem, mikrochemischem, mikroskopischem und spectroskopischem Wege nachgewiesen werden. Von den chemischen Reactionen sind die einfachsten:

a) Die *Heller*'sche Probe. Gleiche Mengen eines normalen Urins und filtrirten Mageninhaltes werden mit 5—10 Tropfen einer 10%igen Natronlauge (bis zur stark alkalischen Reaction) versetzt und bis zum Kochen erhitzt. Bei Anwesenheit von Blut färben sich die niedergerissenen Phosphate roth. Enthält der Mageninhalt solche Substanzen, welche die Farbe des Niederschlages nicht erkennen lassen, so sammelt man den Niederschlag auf einem kleinen Filter und löst ihn in Essigsäure auf, wobei die essigsaure Lösung, falls Blutfarbstoff vorhanden ist, rothe Farbe annimmt.

b) Guajacprobe nach *Weber*. Man versetzt den zu untersuchenden Mageninhalt (10—20 Ccm.) mit einigen Cubikcentimetern Eisessig und schüttelt mit Aether aus. Nach dem Absetzen werden einige Cubikcentimeter des Aetherextractes abgegossen und mit 10 Tropfen Guajactinctur und 20 Tropfen harzigem Terpentin gemischt. Die Flüssigkeit färbt sich bei Anwesenheit von Blut blauviolett; ist Blutfarbstoff nicht vorhanden, so entsteht eine rothbraune Färbung. Der blaue Farbstoff kann nach Verdünnung mit Wasser durch Chloroform aufgenommen werden.

Fig. 3.



Teichmann'sche Häminkrystalle. Nach *v. Jaksch*.

c) Mikrochemisch wird Blutfarbstoff durch die *Teichmann*'sche Häminprobe nachgewiesen.

Man entnimmt eine kleine Probe von dem Filterrückstand und lässt sie auf einem Objectträger an der Luft oder vorsichtig über kleiner Flamme eintrocknen, giebt eine Spur Kochsalz zu und bedeckt mit einem Deckglas. Zwischen Objectträger und Deckglas lässt man Eisessig zufliessen und erwärmt vorsichtig über kleiner Flamme so lange, bis die ganze Essigsäure verjagt ist. Nach dem Erkalten findet man bei mikroskopischer Untersuchung schwarzbraune, rhombische Häminkrystalle (Chlorhämatin) (Fig. 3).

Die spectroskopische Untersuchung wird ebenso wie bei der Untersuchung des Harns (conf. daselbst) vorgenommen. Enthält der Mageninhalt freie HCl und grosse Mengen organischer Säuren, so wird das Oxyhämoglobin in salzsaures Hämatin umgewandelt. Letzteres ist nur sehr schwer in Wasser löslich, und daher kann unter diesen Umständen die spectroskopische Untersuchung sogar bei Anwesenheit grösserer Blutmengen ein negatives Resultat ergeben. Es empfiehlt sich in solchen Fällen, nach *Weber* den Mageninhalt mit einigen Cubikcentimetern concentrirter Essigsäure zu versetzen und mit Aether auszuschütteln. Der Mageninhalt wird bei Anwesenheit von Blut rothbraun gefärbt und zeigt das Spectrum des salzsauren Hämatins.

5. Schwefelwasserstoff wird leicht durch seinen specifischen Geruch erkannt. Ausserdem kann er durch folgende einfache Probe nachgewiesen werden:

Ein mit alkalischer Bleizuckerlösung getränkter Papierstreifen wird in einen Kork eingeklemmt. Mit demselben wird das den Mageninhalt enthaltende Gefäss gut verschlossen, so dass der Papierstreifen sich innerhalb des Gefässes befindet. Falls Schwefelwasserstoff vorhanden ist, wird das Papier geschwärzt.

IV. Die quantitative chemische Untersuchung des Mageninhalts.

1. Bestimmung der Gesammtacidität.

Bei der Bestimmung der gesammten Acidität kommen alle sauer reagirenden Substanzen des Mageninhaltes in Betracht, d. h.:

a) freie und gebundene Salzsäure;

b) freie und gebundene organische Säuren (Milch-, Butter- und Essigsäure);

c) saure phosphorsaure Salze.

Als Mass der Acidität wird jene Menge einer Zehntelnormallauge angenommen, welche man zu 100 Ccm. des Mageninhalts zufügen muss, um denselben zu neutralisiren.

Ausführung: 10 Ccm. des filtrirten Mageninhalts werden in einem kleinen Glaskölbchen mit 1—2 Tropfen einer alkoholischen Phenolphthaleinlösung versetzt. Aus einer *Mohr*'schen Bürette lässt man unter gutem Umschütteln so lange Zehntelnormallauge zufliessen, bis die Flüssigkeit deutlich röthlich gefärbt bleibt. Der Stand der Flüssigkeit in der Bürette wird vor und nach der Titrirung abgelesen und notirt und durch Subtraction die Menge der verbrauchten Zehntelnormallauge berechnet und mit 10 multiplicirt.

2. Bestimmung der freien Salzsäure.

a) Nach *Minz.* Die Methode beruht darauf, dass man den Mageninhalt so lange mit Zehntelnormallauge versetzt, bis eben die Reaction auf freie Salzsäure verschwindet.

Ausführung: 10 Ccm. des filtrirten Mageninhalts werden in einem Glaskölbchen mit Zehntelnormallauge titrirt. Die Normallauge wird zuerst cubikcentimeterweise zugegossen und nach Zusatz von jedem Cubikcentimeter mit einem Tropfen der Flüssigkeit die *Günzburg*'sche Reaction ausgeführt. Die Titration wird auf diese Weise bis zum vollkommenen Verschwinden der *Günzburg*'schen Reaction fortgesetzt. Die so erhaltene annähernde Zahl der zur Neutralisirung der freien Salzsäure erforderlichen Zehntelnormallauge wird alsdann genauer bestimmt, indem man andere 10 Ccm. des Mageninhalts aus der Bürette mit einer Menge Zehntelnormallauge, welche um 1 Ccm. geringer als die vorher gefundene ist, versetzt und dann tropfenweise die Titrationsflüssigkeit zugiesst. Nach jedem zweiten Tropfen wird die *Günzburg*'sche Reaction ausgeführt.

Findet man z. B., dass die Reaction bei Hinzufügen von 2,5 Ccm. noch positiv ausfällt, während sie bei 2,6 ausbleibt, so beträgt die freie Säure $2{,}6 \times 10 = 26$ Ccm. Zehntelnormallauge (auf 100 Ccm. des Mageninhalts berechnet). Jeder Cubikcentimeter der Zehntelnormallauge

entspricht 0,00365 Grm. Salzsäure, so dass der Procentgehalt in diesem Falle $0{,}00365 \times 26 = 0{,}0949\%$ beträgt.

Diese Methode giebt zuverlässige und für die Praxis vollkommen brauchbare Resultate.

b) Die Methode von *Mörner* und *Boas* beruht auf demselben Princip, nur anstatt der *Günzburg*'schen Reaction wird als Indicator Congopapier oder Congolösung benutzt. Da aber die Congoreaction keine specielle Salzsäurereaction ist, sondern auch durch organische Säuren beeinflusst wird, so ist diese Methode nicht so genau wie die *Minz*'sche. Sie ist aber viel einfacher, nimmt weniger Zeit in Anspruch und wird daher in der Praxis oft angewandt.

Ausführung: 10 Ccm. des filtrirten Mageninhalts werden mit einer gleichen Menge einer wässerigen Congolösung versetzt und mit Zehntelnormallauge so lange titrirt, bis die blaue Flüssigkeit wieder ziegelroth wird. Die Berechnung ist dieselbe wie bei der *Minz*'schen Methode.

c) Nach *Töpfer*. Die freie Salzsäure wird bei dieser Methode mittels $0{,}5\%$ alkoholischer Lösung von Dimethylamidoazobenzol bestimmt.

Ausführung: 10 Ccm. des Magenfiltrats werden mit 2—3 Tropfen der Dimethylamidoazobenzollösung versetzt. Der hellroth gewordenen Flüssigkeit wird aus der Bürette so lange Zehntelnormallauge zugesetzt bis die rothe Färbung der Flüssigkeit vollkommen verschwindet und der ursprünglichen gelben Farbe Platz macht.

Die Methode giebt nur in solchen Fällen ziemlich zuverlässige Resultate, wo grössere Mengen Salzsäure und ganz geringe Mengen organischer Säuren vorhanden sind. Bei umgekehrtem Verhältnis giebt sie bedeutende Fehler, da die organischen Säuren mit der Salzsäure mitgerechnet werden.

3. Bestimmung der Gesammtsalzsäure.

a) Nach *Seemann-Háry*. Princip der Methode: Neutralisirt man ein Gemisch von organischen und Mineralsäuren mit einer bestimmten Menge Zehntelnormallauge, dampft dann ein und verascht bei gelinder Glühhitze, so entweichen die in CO_2 umgewandelten organischen Säuren. Aus der Menge des freigewordenen Alkali lässt sich der Gehalt an organischen Säuren und aus der Differenz der Gehalt an Mineralsäuren resp. Salzsäure berechnen.

Ausführung. In einer Portion des filtrirten Mageninhaltes (5 bis 10 Ccm.) bestimmt man in üblicher Weise die Gesammtacidität. Zu einer anderen, gleichen Portion setzt man einige Cubikcentimeter mehr Natronlauge zu, als für die Neutralisation der ersten Probe nothwendig war. Hierauf wird die alkalische Flüssigkeit in einer Platinschale eingedampft und verascht. Der Glührückstand wird mit ebensoviel Zehntelnormalsalzsäure, wie vorher Zehntelnormallauge zugegeben war, aufgenommen, die Lösung aufgekocht (zum Verjagen der Kohlensäure) und dann mit Zehntelnormallauge und Dimethylamidoazobenzol als Indicator titrirt. Die Zahl der verbrauchten Cubikcentimeter Zehntelnormallauge mit 0,00365 multiplicirt, repräsentirt die Menge der Salzsäure in dem zur Untersuchung genommenen Quantum Mageninhalt.

Beispiel: Bei der Bestimmung der Gesammtacidität in der ersten Portion Mageninhalt wurden für 10 Ccm. Filtrat 6,5 Ccm. Zehntelnormallauge verbraucht, was einer Gesammtacidität von 65,0 entspricht.

Zu 10 Ccm. der zweiten Portion wurden 7,0 Ccm. Zehntelnormallauge zugesetzt und nach der Veraschung ebensoviel Zehntelnormalsäure. Bei der Titrirung mit Dimethylamidoazobenzol wurden 5,5 Ccm. Zehntelnormallauge verbraucht, d. h. die Acidität für Salzsäure entspricht 55,0, für organische Säuren 10,0. Der Procentgehalt an Salzsäure ist also $55{,}0 \times 0{,}00365 = 0{,}19\,\%$.

Die Methode ist zwar ziemlich umständlich, giebt aber dafür richtige Resultate.*

b) Nach *Töpfer* wird die Menge der Gesammtsalzsäure aus ihren Componenten, der freien und gebundenen Salzsäure, berechnet.

Die freie Salzsäure wird dabei nach der oben geschilderten Methode durch Titrirung mit Dimethylamidoazobenzol ermittelt, die gebundene folgenderweise bestimmt:

Man titrirt 10 Ccm. des Magenfiltrats unter Zusatz von 3—4 Tropfen einer 1%igen wässrigen Lösung von alizarinsulfonsaurem Natron mit Zehntelnormallauge, bis die ursprünglich gelbe Flüssigkeit durch Roth in reines Violett übergegangen ist.

Da das Alizarin für alle Aciditätsfactoren mit Ausnahme der gebundenen Salzsäure empfindlich ist, so erhält man durch Subtraction der auf diese Weise gefundenen Acidität von der Gesammtacidität die Zahl für gebundene Salzsäure.

Beispiel: Bei der Titrirung von 10 Ccm. Magenfiltrat mit alizarinsulfonsaurem Natron wurden 4,5 Ccm. Zehntelnormallauge verbraucht, also 45,0 Ccm. auf 100. Die Gesammtacidität wurde vorher bestimmt und beträgt 50,0 Ccm. Zehntelnatronlauge. Die Acidität für gebundene Salzsäure ist also $50—45 = 5{,}0$. Multiplicirt man diese Zahl mit 0,00365, so erhält man den Procentgehalt der gebundenen HCl; $5 \times 0{,}00365 = 0{,}018\,\%$. Angenommen, dass die Menge der freien Salzsäure (bestimmt durch Titrirung mit Dimethylamidoazobenzol) 0,15% beträgt, so ist der Gehalt an Gesammtsalzsäure $0{,}15 + 0{,}018 = 0{,}168\,\%$. Durch Subtraction der Acidität für freie und gebundene Salzsäure von der Gesammtacidität lässt sich die Acidität der organischen Säuren und sauren Phosphate bestimmen.

4. Bestimmung der Milchsäure.

Nach *Leo*. 10 Ccm. des filtrirten Mageninhalts werden so lange zum Sieden erhitzt, bis ein angefeuchtetes blaues Lackmuspapierchen von den entweichenden Dämpfen nicht mehr geröthet wird. Die auf diese Weise von flüchtigen Säuren befreite Flüssigkeit wird alsdann mit je 50 Ccm. Aether sechsmal extrahirt, die Aetherextracte werden zusammengegossen und der Aether abdestillirt oder auf dem Wasserbade verdampft. Der Rückstand wird mit einer geringen Menge Wasser aufgenommen und mit Zehntelnormallauge unter Zusatz von 2—3 Tropfen Phenol-

* Die Methode hat noch ausserdem den Vortheil, dass hier gleichzeitig der Gehalt an organischen Säuren mit bestimmt wird.

phthalein titrirt. Jedes Cubikcentimeter der verbrauchten Zehntelnormallauge entspricht 0,009 Grm. Milchsäure.

Nach *Mehring* und *Cahn* kann man in derselben Portion des Mageninhaltes die Milchsäure und flüchtigen Fettsäuren bestimmen. Der Mageninhalt wird destillirt. Die in das Destillat übergegangenen flüchtigen Säuren werden durch Titration bestimmt, während der Destillationsrückstand wiederholt mit Aether ausgeschüttelt und in den vereinigten Aetherextracten die Milchsäure ebenso wie bei der Methode von *Leo* bestimmt wird.

Die oben beschriebene Methode zum qualitativen Nachweis von Milchsäure nach *Boas* gestattet auch eine quantitative Bestimmung derselben. Die Destillation wird fortgesetzt, bis circa $^4/_5$ der Flüssigkeit ins Destillat übergegangen sind. Zum Destillat werden alsdann 20—30 Ccm. einer Zehntelnormaljodlösung und ebensoviel 10% Kalilauge hinzugefügt. Das Gemisch wird kräftig geschüttelt und einige Minuten, sorgfältig verschlossen, stehen gelassen. Um das zur Jodoformbildung nicht verbrauchte Jod (aus Jodkali und unterjodsaurem Kalium) frei zu machen, versetzt man die Probe mit 20—30 Ccm. Normalsalzsäure (es entsteht eine dunkelbraune Färbung). Die Menge des frei gewordenen Jods wird durch Titration mit einer Zehntelnormalthiosulfatlösung bestimmt. Die Lösung wird so lange zugesetzt, bis die Flüssigkeit sich vollkommen entfärbt. Um den etwaigen Ueberschuss verbrauchter Thiosulfatlösung zu bestimmen, wird die Flüssigkeit unter Zusatz von frisch bereiteter Stärkelösung mit Zehntelnormaljodlösung zurücktitrirt, bis eine bleibende Blaufärbung entsteht. Nach *Boas* entspricht 1 Ccm. Zehntelnormaljodlösung — 0,003388 Grm. Milchsäure. Die Berechnung geschieht nach folgendem Beispiele:

Vorgelegt	20 Ccm. Zehntelnormaljodlösung.
Zum Titriren gebraucht . .	12,5 Zehntelthiosulfat.*
Zum Rücktitriren	0,2 Zehnteljod.

$12{,}5 - 0{,}2 = 12{,}3$; $20 - 12{,}3 = 7{,}7$. $7{,}7 \times 0{,}003388 = 0{,}026$ Grm.

5. Bestimmung des Pepsins.

Leider besitzen wir bis jetzt keine praktisch brauchbare, genaue Methode zur quantitativen Bestimmung des Pepsins; in der ärztlichen Praxis werden gewöhnlich nur approximative Proben angewandt, welche aus der Menge des durch den Mageninhalt aufgelösten Eiweiss einen Schluss über die quantitativen Verhältnisse des Pepsins ziehen lassen.

Die einfachste von diesen Proben ist die *Hammerschlag*'sche. Man bereitet sich eine saure Eiweisslösung, welche circa 1% Eiweiss und 3—4‰ Salzsäure enthält.

Von 3 Proben zu je 10 Ccm. dieser Lösung wird die erste mit 5 Ccm. filtrirtem Mageninhalt, die zweite (Controlprobe) mit 5 Ccm. Mageninhalt und $^1/_2$ Grm. Pepsin, die dritte mit 5 Ccm. Wasser versetzt. Sämmtliche Proben werden auf eine Stunde in den Thermostat gestellt,

* 1 Ccm. der Zehntelnormaljodlösung entspricht 1 Ccm. der Zehntelthiosulfatlösung.

worauf ihr Eiweissgehalt nach *Essbach* bestimmt wird. Aus der Differenz des Eiweissgehaltes in der ersten und dritten Probe wird die Menge des verdauten Eiweiss berechnet.

Die Fehlerquellen der Methode beruhen hauptsächlich auf der Ungenauigkeit der Eiweissbestimmung nach *Essbach*.

Viel exacter ist die Methode von *Mett-Samoyloff*.

Hühnereiweiss wird in enge Glasröhrchen (von 1—2 Mm. Durchmesser) eingesogen und bei 95° C. coagulirt. Die Glasröhrchen werden dann in circa 10—20 Mm. lange Stücke geschnitten und in 1—2 Ccm. des zu untersuchenden Mageninhaltes geworfen. Nach 10stündigem Stehen im Thermostaten (bei 37—40°) misst man mikroskopisch mit dem Millimeterlineal bei kleiner Vergrösserung die Länge des nicht verdauten Eiweisscylinders und des ganzen Capillarröhrchens. Die Differenz ergiebt die Länge des verdauten Eiweisscylinders, welcher die enzymatische Kraft der Lösung zum Ausdrucke bringt. *Boas* bestimmt die Pepsinmenge durch den Vergleich der Verdauungsfähigkeit des zu prüfenden Mageninhalts mit der Verdauungskraft eines normalen. Verdaut zum Beispiel ein normaler Mageninhalt eine Eiweissprobe in einer Stunde, der zu untersuchende dieselbe Eiweissmenge in 2 oder 3 Stunden, so beträgt die Verdauungsfähigkeit des untersuchten Mageninhaltes $^1/_2$, resp. $^1/_3$ von der des normalen.

6. Bestimmung des Labferments.

Durch die Untersuchungen von *Boas* und *Trzebinsky* ist festgestellt, dass bei allmählicher Verdünnung des Mageninhalts schliesslich eine Grenze erreicht wird, bei welcher die Enzymwirkung des Labferments ausbleibt. Unter physiologischen Verhältnissen ist diese Grenze für Labferment bei einer Verdünnung von 1 : 30—40, für Labzymogen bei 1 : 100—150.

Auf dieser Thatsache beruht die quantitative Bestimmung des Labferments und Labzymogens.

Man verdünnt den zuerst neutralisirten Mageninhalt auf $^1/_{10}$, $^1/_{20}$, $^1/_{30}$, $^1/_{40}$ und versetzt jede Probe mit Milch. Die Verdünnung, in welcher keine Gerinnung eingetreten ist, stellt die Grenzverdünnung dar. Zur Bestimmung des Labzymogens macht man den Mageninhalt durch Zusatz von Kalilauge, Soda oder Kalkwasser schwach alkalisch und verfährt in ähnlicher Weise wie bei der Bestimmung des Labferments.

Je geringer die Grenzverdünnung, desto weniger Labferment, resp. Labzymogen enthält der untersuchte Mageninhalt.

Die chemische Untersuchung des Erbrochenen.

Die allgemeinen Eigenschaften, die normalen und pathologischen Bestandtheile des Erbrochenen werden in derselben Weise wie bei der Untersuchung des ausgeheberten Mageninhaltes bestimmt. Eine specielle Untersuchung ist nur in den Fällen vorzunehmen, in welchen ein Verdacht auf Vergiftung vorliegt. Die hier in Betracht kommenden Giftstoffe können in folgende Gruppen eingetheilt werden:

1. Säuren, 2. Alkalien, 3. Metallische Gifte, 4. Alkaloide, 5. andere Gifte.

1. Nachweis der Säuren.

Bei Vergiftungen mit concentrirten anorganischen oder organischen Säuren zeigen die „kaffeesatzartigen“ erbrochenen Massen eine stark saure Reaction, welche noch bei 100—150facher Verdünnung mit Wasser sehr deutlich auftritt. In dieser verdünnten Lösung weist man die Anwesenheit von freien Säuren mit den oben erwähnten Proben nach (Dimethylamidoazobenzol, Congo, Methylviolett). Zum Nachweis einzelner Säuren können folgende Proben angewandt werden:

a) Salzsäure. Probe mit Phloroglucin-Vanilin. Eine Vergiftung kann mit Sicherheit bei positivem Ausfall der Probe nur dann angenommen werden, wenn die quantitative Bestimmung eine starke Vermehrung der Säure ergiebt.

b) Schwefelsäure. Die erbrochenen Massen werden auf das 3—4fache mit Wasser verdünnt, tüchtig ausgeschüttelt, einige Stunden stehen gelassen, dann filtrirt. Das Filtrat wird auf dem Wasserbade eingeengt bis zur beginnenden Dunkelfärbung, mit einem doppelten Volumen Alkohol versetzt, wiederum filtrirt und auf dem Wasserbade verdampft, bis der Alkohol vollkommen verjagt ist. Die zurückgebliebene Flüssigkeit wird auf Schwefelsäure mit einer Chlorbariumlösung geprüft. Bei Anwesenheit von Schwefelsäure bildet sich ein weisser Niederschlag von Bariumsulfat. Mit Kohle geglüht, verwandelt sich das Bariumsulfat in Schwefelbarium und dieses entwickelt mit Salzsäure Schwefelwasserstoff.

c) Salpetersäure. Das Erbrochene wird mit Wasser verdünnt gekocht (zur Ausscheidung von Eiweiss) und filtrirt. Das Filtrat wird bei saurer Reaction mit Kalilauge neutralisirt und auf Salpetersäure mit der Brucin- oder Diphenylamin-Probe untersucht. Zur Ausführung der Proben setzt man zu einigen Cubikcentimeter concentrirter Schwefelsäure eine ganz geringe Menge Brucin oder Diphenylamin (in Substanz) und überschichtet vorsichtig mit der zu untersuchenden Flüssigkeit. Bei Anwesenheit von Salpetersäure bildet sich an der Berührungsstelle der Flüssigkeiten ein purpurrother (Brucin) oder blauer (Diphenylamin) Ring.

Oxalsäure wird nach der Methode von *Salkowski* (conf. Quantitative Untersuchung des Harns) nachgewiesen.

2. Nachweis der Alkalien.

Bei Vergiftungen mit Alkalien ist die erbrochene Flüssigkeit meist zähe, fadenziehend und reagirt stark alkalisch.

Ammoniak wird durch seinen Geruch sehr leicht erkannt. Bei geringeren Mengen wird es durch folgende Reactionen nachgewiesen:

1. *Nessler's* Reagens (mit Kalilauge in Ueberschuss versetzte Lösung von Jodquecksilber in Jodkalium) giebt gelbe bis braune Färbung und Niederschlag;

2. ein mit Salzsäure befeuchteter und über das Erbrochene gehaltener Glasstab ruft eine Nebelbildung (Salmiak) hervor.

Kalilauge und Natronlauge. Der Mageninhalt wird eingedampft, der Rückstand mit warmem absoluten Alkohol ausgezogen, der Alkohol

verjagt und der Rückstand geglüht. Es bildet sich kohlensaures Kali resp. Natron, mit welchem die entsprechenden Reactionen angestellt werden. Da aber Natron- und Kalisalze ohne Vergiftungen stets im Mageninhalte vorkommen, so bietet die Feststellung der Ursache der Vergiftung in diesen Fällen grosse Schwierigkeiten dar.

Kalisalze werden mit Weinsäurelösung nachgewiesen; es bildet sich ein krystallinischer Niederschlag; ausserdem färben Kalisalze die farblose Flamme des Bunsenbrenners lila (bei Anwesenheit von Natron durch ein Kobaltglas zu betrachten).

Natronsalze geben mit pyroantimonsaurem Kali einen charakteristischen krystallinischen Niederschlag, sie färben die Flamme gelb. Wird die gelb gefärbte Flamme spectroskopisch untersucht, so sieht man einen Streifen im Gelb (D-Linie).

Chlorsaures Kalium. Bei neutraler oder alkalischer Reaction des Erbrochenen wird dasselbe mit Essigsäure schwach angesäuert, eine Minute gekocht, filtrirt und das Filtrat auf dem Wasserbade eingedampft. Scheidet sich beim Erkalten eine krystallinische Masse aus, so wird sie zwischen Fliesspapier abgepresst und speciellen Reactionen auf $KClO_3$ unterworfen. Wenn keine krystallinische Ausscheidung stattfindet, so werden die Reactionen mit der eingedampften Flüssigkeit ausgeführt.

Reactionen zum Nachweis des chlorsauren Kaliums.

1. Bei Zusatz von Salzsäure und leichter Erwärmung entsteht eine grüngelbe Färbung, und es entwickeln sich Chlorgas und Kohlensäure.

2. Die in Wasser aufgelösten Krystalle oder die eingedampfte Flüssigkeit werden mit einer Indigolösung und verdünnter Schwefelsäure versetzt. Die blau gefärbte Lösung entfärbt sich bei Anwesenheit von $KClO_3$ nach Zusatz von schwefligsaurem Natron.

Chlorkalk erkennt man nach dem specifischen Geruch von Chlor.

Jodalkalien werden mittels rauchender (salpetrige Säure enthaltender) Salpetersäure und Chloroform nachgewiesen. Man versetzt 10 Ccm. des Filtrates der erbrochenen Massen mit 2—3 Tropfen gelber Salpetersäure und 10—15 Tropfen Chloroform und schüttelt durch. Das Chloroform färbt sich durch Jod rosaroth.

3. Nachweis der Metalle und Metalloide.

Phosphor: *a)* nach *Mitscherlich*. In einem dunklen Zimmer destillirt man das mit Schwefelsäure versetzte Erbrochene. Es bilden sich bei Anwesenheit von Phosphor leuchtende Ringe, welche an den Stellen, wo die Dämpfe zuerst vom kalten Kühlwasser umspült werden, besonders deutlich hervortreten. Alkohol und Terpentinöl stören die Reaction

b) nach *Scherer*. Die erbrochenen Massen werden in einen Kolben, welcher mit einem luftdicht schliessenden Stöpsel versehen ist, eingebracht. Am unteren Theil des Stöpsels bringt man zwei Papierstreifen — einen mit salpetersaurem Silber und einen mit essigsaurem Blei ge-

tränkt — an und verschliesst den Kolben. Tritt bei gelindem Erwärmen Schwärzung des Silberstreifens ein, während das Bleipapier unverändert bleibt, so ist Phosphor vorhanden; wird auch das Bleipapier gefärbt, so ist Schwefelwasserstoff zugegen.

Arsen wird in einfacher Weise durch die Probe von *Gutzeit* nachgewiesen. Durch arsenfreies Zink und chemisch reine, verdünnte (8%) Schwefelsäure erzeugt man in einem Reagens- oder Cylinderglas einen mässig starken Wasserstoffstrom, giebt etwas von dem Erbrochenen zu, schliesst das Gefäss zur Zurückhaltung aufspritzender Tropfen mit einem Wattebäuschchen und bedeckt mit einem mit concentrirter Silbernitratlösung befeuchteten, kleinen Papierfilter. Bei Gegenwart von Arsen färbt sich das Papier (zunächst auf der Unterseite) lebhaft citrongelb durch Bildung von Arsensilber, letztere wird aber weiter zersetzt unter Ausscheidung von Silber, was eine Schwarzfärbung verursacht. Charakteristisch ist nur die Gelbfärbung. Die Probe ist sehr empfindlich ($^1/_{1000}$ Mgr). Da aber Phosphor sie ebenfalls giebt, so muss durch die *Scherer*'sche Probe die Anwesenheit desselben ausgeschlossen werden.

Bleisalze. Man bringt das Erbrochene in eine Porzellanschale, versetzt es mit einer gleichen Menge 20% Salzsäure und 3—5 Grm. chlorsaurem Kalium und lässt 12 Stunden stehen. Dann erwärmt man die Flüssigkeit auf 60° C. im Wasserbade und setzt nach dem Aufhören der Gasentwicklung der braunen Masse neuerdings $KClO_3$ zu. Das Zusetzen von Salzsäure und chlorsaurem Kalium wird so oft wiederholt, bis die organischen Substanzen vollkommen zerstört sind (Entfärbung der Flüssigkeit). Das Erwärmen der Flüssigkeit wird so lange fortgesetzt, bis der Geruch nach Chlor verschwunden ist. Die Flüssigkeit wird alsdann auf das Doppelte mit Wasser verdünnt, filtrirt und in das Filtrat Schwefelwasserstoff bis zur Sättigung eingeleitet. Der entstandene dunkle Niederschlag wird auf dem Filter gesammelt, getrocknet und in Salpetersäure vorsichtig gelöst. Die salpetersaure Lösung wird im Wasserbade zur Trockene eingedampft, der Rückstand mit heissem Wasser aufgenommen und filtrirt. Das Blei kann im Filtrate sowie in ungelöstem Rückstande vorhanden sein. Um in letzterem Blei nachzuweisen, wird er zuerst getrocknet und dann mit Soda auf der Kohle im reducirenden Theile der Löthrohrflamme geglüht. Bei Vorhandensein von Bleisalzen bildet sich metallisches Blei.

Im Filtrate werden Bleisalze durch folgende Reactionen nachgewiesen: *a)* Bei Zusatz von Schwefelsäure bildet sich ein weisser Niederschlag von schwefelsaurem Blei. *b)* Chromsaures Kalium giebt einen gelben Niederschlag.

Kupfersalze. Das Erbrochene zeigt bei Vergiftungen mit Kupfersalzen (Kupfersulfat, Kupferacetat) eine grünblaue oder grünliche Farbe, häufig aber hat es kein charakteristisches Aussehen. Am einfachsten können Kupfersalze im Erbrochenen durch Hineinbringen eines eisernen Gegenstandes (Messerklinge, Eisenblech) in die angesäuerte Flüssigkeit nachgewiesen werden; bei Gegenwart von Kupfersalzen bildet sich auf der Oberfläche des Eisens ein rother Ueberzug von metallischem Kupfer.

Die Kupfersalze können auch nach derselben Methode wie die Bleisalze nachgewiesen werden. In der salpetersauren Lösung, welche bei

Vorhandensein von Kupfer eine blaue Farbe annimmt, kann Kupfer auch durch die oben erwähnte Probe mit Eisenblech nachgewiesen werden. Ausserdem färbt sich die Flüssigkeit bei Zusatz von Ammoniak tiefblau.

Quecksilberverbindungen werden in analoger Weise wie im Harn nachgewiesen (conf. Untersuchung des Harns).

4. Nachweis der Alkaloide.

Um die Alkaloide im Mageninhalt nachzuweisen, müssen sie aus demselben vollkommen isolirt werden. Die Isolirung geschieht am besten nach der Methode von *Stas-Otto,* welche auf folgendem Principe beruht: Die Alkaloide bilden mit Säuren, z. B. Weinsäure, saure Salze, die in Alkohol und Wasser löslich sind. Man extrahirt daher den Mageninhalt mit weinsaurem Alkohol und verjagt den letzteren. Aus der zurückbleibenden sauren Flüssigkeit extrahirt Aether nur Spuren von Veratrin, Atropin, Narcotin. Alkalisirt man die Lösung, so gehen in Aether alle Alkaloide mit Ausnahme von Morphin, Narcein, Curarin, Muscarin und Apomorphin über.

Einzelne isolirte Alkaloide werden durch specielle Reactionen nachgewiesen.

Nachweis des Morphins. Das Erbrochene wird mit warmem weinsaurem Alkohol extrahirt, filtrirt und das Filtrat im Wasserbade eingedampft bis der Alkohol entfernt ist. Die zurückgebliebene wässerige Lösung wird wiederum filtrirt, das Filtrat eingedampft und der Rückstand mit Alkohol neuerdings extrahirt. Die alkoholische Lösung wird filtrirt, das Filtrat mit Aether ausgeschüttelt, der Aether abgegossen, die saure wässerige Lösung mit Natronlauge alkalisch gemacht und neuerdings mit Aether ausgeschüttelt (es gehen dabei, falls Nicotin, Atropin und Strychnin vorhanden sind, diese Körper in Lösung). Der wässerige Rückstand wird alsdann mit Ammoniumchloridlösung versetzt und mit warmem Amylalkohol einigemal ausgeschüttelt. Diese amylalkoholischen Auszüge filtrirt man und verdampft das Filtrat auf dem Wasserbade bis zur Trockene. Der Rückstand wird wieder mit salzsäurehaltigem Wasser aufgenommen, filtrirt, das Filtrat wieder mit Amylalkohol extrahirt und der Amylalkohol verjagt; mit dem Rückstande führt man folgende Proben auf Morphin aus:

a) Man versetzt ein Theil des Rückstandes mit *Fröhde's* Reagens (1 Ccm. concentrirte Schwefelsäure + 10 Mgrm. molybdänsaures Natron); es entsteht zuerst eine violette, dann blaue, grüne und schliesslich eine blassrothe Färbung der Flüssigkeit.

b) Eine neutrale (salzsäurefreie) Eisenchloridlösung giebt eine dunkelblaue Färbung.

Nachweis des Atropins. In dem Rückstande der ätherischen Lösung (siehe oben) wird Atropin am besten durch seine pupillenerweiternde Wirkung nachgewiesen. Man löst den Rückstand in ganz schwach angesäuertem Wasser und bringt einige Tropfen der Lösung in den Bindehautsack eines Kaninchens.

Auf chemischem Wege kann Atropin mittels folgender Probe nachgewiesen werden: Man versetzt den Rückstand mit einigen Tropfen

rauchender Salpetersäure und verdampft dann letztere auf dem Wasserbade. Der farblose Rückstand färbt sich nach Zusatz von alkoholischer Kalilauge zuerst violett und dann kirschroth.

Nachweis des Nicotins. Der Aetherrückstand (siehe Nachweis des Morphins) bildet beim Vorhandensein von Nicotin eine gelbe oder braune Masse. Nicotin wird in derselben mit einer ätherischen Jodlösung nachgewiesen. Es entsteht eine ölige Masse, aus welcher sich beim Stehen rubinrothe Nadeln ausscheiden (Krystalle von *Roussin*).

Nachweis des Strychnins. Strychnin wird ebenso wie Nicotin und Atropin aus der alkalischen Flüssigkeit bei dem Verfahren nach *Stas-Otto* durch Aether aufgenommen und kann aus dem Aetherrückstand durch seine Löslichkeit in Chloroform oder Benzol isolirt werden. Den Chloroformauszug versetzt man mit einer ätherischen Oxalsäurelösung und aus dem oxalsauren Strychnin wird durch Ammoniak Strychnin abgeschieden. Als specielle Reaction auf Strychnin dient folgende: Man löst die Substanz in concentrirter Schwefelsäure und setzt ein Kryställchen Kalibichromat hinzu. Beim Hin- und Herbewegen des Reagensglases bilden sich violettblaue Streifen, welche später in rothbraune übergehen.

5. Andere Gifte.

Carbol wird leicht an seinem specifischen Geruche erkannt. Ausserdem wird dieser Körper durch folgende Reactionen nachgewiesen:

a) Bei Zusatz von Bromwasser entsteht in carbolhaltiger Flüssigkeit ein gelber Niederschlag von Tribromphenol.

b) Bei Zusatz einer Eisenchloridlösung entsteht eine dunkelblaue oder violette Färbung.

Aethylalkohol wird ebenfalls an seinem specifischen Geruche leicht erkannt. Ausserdem wird Alkohol in folgender Weise nachgewiesen: Man verdünnt das Erbrochene mit Wasser und neutralisirt, falls die Reaction stark sauer ist, die Flüssigkeit. Man destillirt und verwendet das Destillat zu folgenden Proben:

a) Gleiche Mengen des Destillates und concentrirter Schwefelsäure werden vorsichtig gemischt, mit einer geringen Menge gepulvertem Natriumacetat versetzt und erwärmt; bei Anwesenheit von Alkohol entsteht der specifische Geruch von Essigäther.

b) Versetzt man das Destillat mit Kalilauge und einigen Tropfen *Lugol*'scher Jodjodkalilösung, so bildet sich Jodoform, welches an seinem specifischen Geruche und seiner gelben Farbe leicht erkenntlich ist. Dieselbe Reaction giebt aber auch Aceton. Die Anwesenheit des letzteren muss daher durch die *Legal*'sche Probe (siehe Harnuntersuchung) ausgeschlossen werden.

Chloroform wird durch folgende Proben nachgewiesen:

a) Die Flüssigkeit wird mit einer alkoholischen Lösung von Thymol und Kalilauge versetzt und erwärmt. Ist Chloroform vorhanden, so färbt sich die Flüssigkeit dunkelviolett.

b) Verwendet man anstatt Thymol β-Naphtol, so bekommt man bei derselben Probe eine blaue Färbung.

Blausäure riecht nach Bittermandelöl und lässt sich daher auch an diesem Geruche erkennen. Um diesen Körper auf chemischem Wege nachzuweisen, wird das Erbrochene nach Zusatz geringer Mengen von Weinsäure destillirt und die Blausäure im Destillate nachgewiesen. Da aber im Mageninhalte ungiftige Cyandoppelsalze vorkommen können (gelbes oder rothes Blutlaugensalz), so muss zuerst, um eine Vergiftung zu constatiren, die Anwesenheit der letzteren durch specielle Reactionen ausgeschlossen werden (gelbes Blutlaugensalz + Eisenvitriol giebt einen hellblauen Niederschlag, rothes einen dunkelblauen, mit Eisenchlorid giebt das gelbe Salz einen Niederschlag von Berlinerblau, das rothe eine dunkelbraune Färbung).

Sind diese Cyanverbindungen nicht vorhanden, so wird das Erbrochene unter Zusatz von Weinsäure destillirt. Bei Anwesenheit dieser Salze wird das Erbrochene mit Schwefelsäure angesäuert, mit einem Ueberschuss von kohlensaurem Kalk versetzt und dann erst der Destillation unterworfen.

Im Destillate werden folgende Proben auf Blausäure ausgeführt:

a) Man versetzt eine Probe des Destillats mit einigen Tropfen Kalilauge und einer geringen Menge frisch bereiteter Kupfervitriollösung und kocht eine Minute lang. Zu der erkalteten Flüssigkeit giebt man Salzsäure bis zum Auftreten stark saurer Reaction hinzu. Ist Blausäure vorhanden, so färbt sich die Flüssigkeit blau, und es entsteht bei längerem Stehen ein blauer Niederschlag von Berlinerblau.

b) Eine geringe Menge der Flüssigkeit versetzt man mit gelbem Schwefelammonium und kocht so lange bis die Lösung farblos wird. Nach dem Abkühlen setzt man einige Tropfen Eisenchlorid und Salzsäure zu. Es entsteht bei Anwesenheit von Blausäure eine rothe Färbung (Bildung von Rhodaneisen).

Uebersichtlicher Gang der chemischen Untersuchung des ausgeheberten Mageninhaltes, respective Erbrochenen.

Bei der Untersuchung des Mageninhaltes hat man gewöhnlich mit ziemlich geringen Mengen (30—50 Ccm.) des Untersuchungsmaterials zu thun und wird daher selten Gelegenheit haben, alle oben erwähnten Prüfungen und Methoden in jedem einzelnen Falle auszuführen. Ist man in der Lage, bei demselben Patienten den Mageninhalt einigemal zur Untersuchung zu gewinnen, so wird man bei den folgenden Analysen die Lücken der ersten Untersuchung ergänzen. Wenn aber das nicht der Fall ist, so müssen an dem vorliegenden Material zunächst sämmtliche für die Diagnose und Therapie wichtige Prüfungen ausgeführt werden.

Dieser Zweck wird am besten erreicht, wenn man bei der Untersuchung einem bestimmten System folgt und bei der Wahl der Methoden

diejenigen, welche mit geringen Mengen des Untersuchungsmaterials zuverlässig ausgeführt werden können, bevorzugt.

Wir führen daher hier nochmals die Reihenfolge der einzelnen Prüfungen auf. Bestimmungen, deren Ausführung wir in jedem Falle für sehr empfehlenswerth halten, sind gesperrt.

I. Allgemeine Eigenschaften.

a) Farbe (Blut, Galle?).

b) Consistenz (Zustand der Verdauung, Dreischichtung, Beimengung von Schleim).

c) Menge.

Nach der Bestimmung der allgemeinen Eigenschaften wird der Mageninhalt filtrirt und das Filtrat der chemischen Analyse unterworfen.

d) Reaction (mit Lackmuspapier).

e) Qualitative Probe auf freie Säuren (Congopapier oder Congolösung, Dimethylamidoazobenzol); ergiebt diese Probe ein negatives Resultat, so sind die folgenden Proben überflüssig und man geht zur Untersuchung auf Pepsin über.

f) Qualitative Probe auf freie Salzsäure (*Günsburg*'sche Reaction);

g) Qualitative Probe auf Milchsäure (nach *Uffelmann* oder *Kelling*).

h) Probe auf Essig- und Buttersäure.

i) Quantitative Bestimmung der Gesammtacidität.

k) Quantitative Bestimmung der freien Salzsäure (nach *Minz* oder *Töpfer*).

l) Bestimmung der gebundenen Salzsäure (nach *Töpfer*).

m) Bestimmung der Milchsäure (nur in den Fällen, in welchen die qualitative Probe scharf ausgefallen ist, nach *Leo* oder *Boas*).

n) Prüfung auf Pepsin und gleichzeitig quantitative Bestimmung desselben (Verdauungsprobe mit Carminfibrin, Eiweisscheiben, oder nach *Mett-Samoyloff*).

o) Prüfung auf Labferment.

p) Nachweis von Blut (Probe nach *Teichmann* mit verdächtigen Partikelchen aus dem Sediment, Probe nach *Weber*, spectroskopische Untersuchung des Filtrats).

q) Nachweis von Gallenfarbstoff und Gallensäuren (in grünlich gefärbtem Mageninhalt) — Proben nach *Gmelin*, *Rosin*, *Pettenkofer*.

r) Nachweis der Verdauungsproducte (Probe auf Pepton, Zucker, Jodprobe mit dem Sediment).

s) Nachweis der Zersetzungsproducte (Schwefelwasserstoff, Ammoniak).

t) Nachweis von giftigen Substanzen (nur beim Verdacht auf eine Vergiftung).

Die chemische Untersuchung des Speichels.

Das Mundhöhlensecret, der Speichel, ist ein Gemisch von vier in die Mundhöhle ergossenen Säften: des von den Schleimdrüsen der Mundhöhle abgeschiedenen Schleimes und der Secrete der drei Speicheldrüsen: Parotis, Submaxillaris und Sublingualis.

Der normale Speichel ist eine farblose, dünnflüssige oder leicht zähe, durchsichtige oder leicht opalescirende Flüssigkeit ohne Geruch und Geschmack. Die leichte opalescirende Trübung des Speichels ist durch suspendirte Formelemente: Speichelkörperchen, Plattenepithelien der Mundschleimhaut und grosse polyedrische Zellen bedingt.

Die Reaction ist unter physiologischen Verhältnissen meist schwach alkalisch, kann aber bei längerem Nüchternsein und nach vielem Sprechen sauer werden. Bei pathologischen Zuständen reagirt der Speichel sehr oft sauer, nämlich bei Diabetes mellitus, verschiedenen fieberhaften Erkrankungen und Verdauungsstörungen.

Der Speichel ist sehr arm an festen Bestandtheilen und gehört zusammen mit der Thränenflüssigkeit und dem Secrete der Schweissdrüsen zu den wasserreichsten Secreten des menschlichen Körpers. Sein specifisches Gewicht ist daher sehr gering und schwankt zwischen 1002 und 1006. Die Menge des in 24 Stunden abgeschiedenen Speichels beträgt nach den Angaben von *Bidder* und *Schmidt* 1000—2000 Ccm. Die chemische Beschaffenheit des Speichels ist bereits unter physiologischen Verhältnissen ziemlich grossen Schwankungen unterworfen, je nachdem die eine oder die andere Speicheldrüse mehr oder weniger in Thätigkeit ist.

Von anorganischen Salzen enthält er: Chlornatrium, Chlorkalium, kohlensauren Kalk, Spuren von phosphorsauren Alkalien und Erden und geringe Mengen von Rhodankalium (Schwefelcyankalium KCNS) und Nitrite.

Die wesentlichsten organischen Bestandtheile des gemischten Speichels sind:

a) Mucin, welches die fadenziehende Beschaffenheit des Speichels bedingt.

b) Geringe Mengen Eiweiss.

c) Die Speicheldiastase — Ptyalin, welche den wesentlichsten und wirksamsten Bestandtheil des Speichels darstellt. Unter der Einwirkung desselben wird Stärke in Maltose, beziehungsweise Isomaltose und geringe Mengen Traubenzucker umgewandelt. Diese Umwandlung geschieht zwar sehr schnell — in wenigen Minuten —, doch ist der Uebergang der Stärke in Zucker kein directer, sondern es bilden sich dabei Zwischenproducte ebenso wie bei der Umwandlung von Eiweiss in Pepton unter Einwirkung des Magensaftes. Als Zwischenstufen bei der Verzuckerung der Stärke mittels der Speicheldiastase sind bis jetzt drei Producte nachgewiesen: Amylodextrin (Amidulin), Erythrodextrin und Achroodextrin.

Ausser den erwähnten Bestandtheilen des normalen Speichels enthält derselbe nicht selten zufällige Substanzen, z. B. Gifte oder Be-

standtheile der eingenommenen Medicamente, welche durch die Speicheldrüsen aus dem Körper ausgeschieden werden, wie Jod, Quecksilber u. s. w.

Zu diagnostischen oder therapeutischen Zwecken wird eine specielle chemische Untersuchung des Mundhöhlensecretes sehr selten vorgenommen, weil, soweit bis jetzt bekannt ist, der Speichel bei Erkrankungen keine wesentlichen für die Diagnose oder Therapie verwerthbaren Veränderungen zeigt. Oefters wird man jedoch in der Lage sein, eine Flüssigkeit als Mundhöhlensecret identificiren zu müssen oder grössere Beimischungen von Speichel zu anderen Secreten oder Excreten (Sputum, Magensaft) festzustellen. Ausserdem ist der Nachweis von Medicamenten oder Giften im Speichel nicht selten von grosser Bedeutung. Die Untersuchung wird meist dadurch erschwert, dass man selten ein hinreichendes und reines Material erhält. Um Beimischungen von Speiseresten zu vermeiden, empfiehlt es sich, dem Kranken eine gründliche Reinigung des Mundes, am besten mit Wasser, nach jeder Mahlzeit vorzuschreiben. Man sammelt die 24stündige Menge.

Bei der Untersuchung werden folgende Bestimmungen und Reactionen ausgeführt:

1. Bestimmung des specifischen Gewichtes — nach der üblichen, bei der Harnuntersuchung beschriebenen Methode.

2. Die Reaction wird ebenfalls in üblicher Weise mit Lackmuspapier bestimmt.

3. Nachweis des Ptyalin. 5—10 Ccm. Speichel werden mit einer gleichen Menge Stärkekleister gemischt und auf 5—10 Minuten in den Brutschrank gestellt. Man untersucht alsdann das Gemisch mit den gewöhnlichen Zuckerproben (*Fehling*, *Nylander*, Phenylhydrazin). Ein positiver Ausfall der Proben spricht für die Anwesenheit von Ptyalin. Selbstverständlich müssen der Speichel und die Stärke vor der Anstellung der Probe auf die Abwesenheit von Zucker geprüft werden.

4. Mucin wird mittels der Probe mit Essigsäure nachgewiesen (conf. Untersuchung des Mageninhalts).

5. Nachweis von Schwefelcyankalium (KCNS). Man versetzt eine Probe des Speichels mit einigen Tropfen Salzsäure und einer stark verdünnten Lösung von Eisenchlorid. Es entsteht eine röthliche bis blutrothe Färbung der Flüssigkeit (Bildung von Schwefelcyaneisen). Beim Schütteln mit Aether geht die rothe Färbung in die Aetherschicht über und der Speichel entfärbt sich.

6. Nitrite (salpetrigsaure Salze) werden durch die Probe mit Jodzinkstärkelösung nachgewiesen. Färbt sich auf Zusatz dieser Lösung und verdünnter Schwefelsäure der Speichel blau, so sind Nitrite vorhanden. Allerdings gehören die salpetrigsauren Salze nicht zu den constanten Bestandtheilen des Speichels, und zur Identificirung einer Flüssigkeit als Mundhöhlensecret oder zur Feststellung grösserer Beimischungen desselben zu anderen Flüssigkeiten ist genügend das Vorhandensein von Ptyalin, Mucin, Schwefelcyankalium, das geringe specifische Gewicht und die Aehnlichkeit der anderen allgemeinen Eigenschaften der Flüssigkeit festzustellen. In manchen Fällen kann auch Schwefelcyankalium im normalen Speichel fehlen.

Von den zufälligen Bestandtheilen kommen bei der Untersuchung des Speichels hauptsächlich Jod und Quecksilber in Betracht.

Der Nachweis von Jod geschieht in derselben Weise wie bei der Untersuchung des Harns.

Quecksilber kann ebenfalls wie bei der Harnuntersuchung nach der Methode von *Stukowenkoff* nachgewiesen werden. Wenn die verfügbare Menge des Speichels zu gering ist (unter 100 Ccm.), so kann die Ausfällung des Quecksilbers in Form von Albuminaten ausbleiben. Man versetzt in solchen Fällen den Speichel mit einer gleichen Menge concentrirter Salzsäure, bringt in das Gemisch eine Kupferspirale, lässt 24 Stunden stehen und verfährt im weiteren wie bei der Untersuchung des Harns auf Quecksilber.

Die wichtigsten Punkte der Semiologie der Magensaftuntersuchung.

Von Dr. G. Zuelzer.

Bei der Beurtheilung der Untersuchungsresultate des Mageninhaltes ist auseinanderzuhalten, ob es sich um zufällig Erbrochenes handelt oder um den nach einer bestimmten Probemahlzeit *(Ewald, Boas)* eine bestimmte Zeit nachher ausgeheberten Mageninhalt. Nur im letzteren Falle steht uns der physiologische Vergleich zur Verfügung und kann uns also die quantitative und oft auch nur die qualitative Bestimmung von diagnostischem Werth sein. Im ersteren Falle haben nur abnorme Bestandtheile, wie Blut, Eiter, Geschwulstmassen, Gallenfarbstoff etc., semiologische Bedeutung.

Menge.

Im nüchternen Zustand soll der Magen leer sein; doch ist bis 50 Ccm. Inhalt, ja hie und da selbst die doppelte Menge ohne Bedeutung. Man ist der Ansicht, dass Speichel oder die verschluckte Sonde einen quasi physiologischen Absonderungsreiz darstellen, der das Vorhandensein dieser geringen Mengen Mageninhalt erklärt, letzterer ist dann dünnflüssig, von niederem specifischen Gewicht, 1004—1005.

Reichlichere Mengen (100—300 Ccm.) ebenso beschaffenen Saftes sprechen für dauernde Secretion (Hypersecretion). Sind 7—8 Stunden nach einer reichlichen Mahlzeit noch Speisereste im Magen, so liegt eine motorische Insufficienz des Magens (Atonie oder Pylorusstenose) vor; wenn umgekehrt $^1/_2$ Stunde etwa nach einem Probefrühstück (P. F.) oder 1—2 Stunden nach einer Probemahlzeit (P. M.) der Magen constant leer gefunden wird, ist eine Pylorusinsufficienz zu vermuthen. Durchschnittlich findet man normaler Weise 1 Stunde nach dem P. F. die Menge des filtrirten Magensaftes etwa 20—50 Ccm. betragend.

Freie Salzsäure.

Von allen Aciditätsbestimmungen beansprucht diejenige der freien HCl das grösste semiologische Interesse. Ueber die Bildung der HCl im Magen ist noch nichts Gesichertes bekannt; die verschiedenen Theorien können hier nicht aufgeführt werden. Nur soviel allgemeines

sei hier gesagt, dass verschiedene Momente auf die HCl-Bildung von Einfluss sind; die chemische Zusammensetzung des Blutes (Salzsäurebildner), die Beschaffenheit des Magendrüsenapparates und des denselben versorgenden Nervenapparates (N. vagus und N. sympathicus) sowie — und zwar als ein anscheinend sehr wichtiges Moment — das psychische der Lust oder Unlust am Essen. Es wird nun beim normalen Verdauungsprocess stets soviel HCl abgeschieden, dass auf der Höhe der Verdauung der Gehalt an freier Salzsäure circa 1—2‰ beträgt, gleichgiltig welcher Art die Nahrung ist, d. h. ob sie viel (Eiweiss) oder wenig (Kohlehydrate) HCl zu binden imstande ist.

Beträchtliche Abweichungen hiervon — geringfügige entfallen natürlich in das Gebiet individueller Unterschiede — sind als pathologisch zu bezeichnen. Da aber, wie wir sahen, die verschiedensten Factoren auf die HCl-Bildung wirken, ist auch nicht zu erwarten, dass das Fehlen oder die Verminderung der HCl-Production einheitlich pathognomonisch aufgefasst werden könnte. Wir begegnen ihr zunächst bei acuten functionellen wie anatomischen Störungen der Schleimhaut (acute Gastritis, acute Infectionskrankheiten, nervöse Dyspepsie, Stauungszustände u. s. w.), besonders aber bei chronischen Erkrankungen des Magens (Atrophie, Anadenie, Amyloid der Magenschleimhaut und Magencarcinom) und bei schweren chronischen Allgemeinerkrankungen (Tuberculose, Anämie u. a. Kachexien).

Es sei ausdrücklich hervorgehoben, dass Anwesenheit von freier HCl nicht mit Sicherheit gegen Magencarcinom spricht; sie ist in einigen sicheren derartigen Fällen von den besten Autoren beschrieben worden.

Den umgekehrten Befund, freie HCl über 2, 4 oder 5‰, beobachtet man vor allem bei Neurosen (die sogenannte *Reichmann*'sche Krankheit stellt eine solche mit Hyperchlorhydrie verbundene Secretionsneurose dar), häufig bei Ulcus ventriculi, sowie auch bei Beginn einer chronischen Gastritis (Gastritis acida).

Die freie HCl ist der bequemste Massstab für die Secretionskraft des Magens. Fehlt jede freie HCl, so giebt uns die Bestimmung des HCl-Deficits umgekehrt einen Anhaltspunkt, um wie viel die Secretionskraft zu gering ist; es ist selbstverständlich, dass ceteris paribus nach einer Fleisch-P. M. das Deficit viel grösser ausfallen muss als nach einem Kohlehydrat-P. F., da ersteres viel mehr HCl bindet, d. h. anders ausgedrückt, eine lebhaftere Secretion verlangt als das letztere.

Gesammtacidität.

Wir titriren bei Bestimmung derselben die freie und gebundene HCl (HCl + Eiweiss giebt bekanntlich eine saure Verbindung), eventuell entstandene saure Salze (Phosphate) und die Summe der organischen Säuren. Bei normal secernirter freier HCl bilden sich keine nennenswerthen Mengen von Milch- und sonstigen organischen Säuren; da ferner bei dem üblichen Probefrühstück *(Ewald)* die Acidität der sauren Phosphate praktisch keine Rolle spielt, so unterrichtet uns praktisch — bei vorhandener freier HCl — die Gesammtacidität beim P. F. über die gesammte producirte HCl, abzüglich der durch Resorption und Wegschaffung ins Duodenum zu Verlust gegangenen. Es pflegt nun infolge

der beiden letztgenannten Factoren normaler Weise die Gesammtacidität nicht viel höher anzuwachsen, als die freie HCl beträgt; der gegentheilige Befund bedeutet also entweder gestörte Resorption oder meist gestörte Motilität des Magens bei guter Secretion.

Bei vorhandener Milchsäure und sonstigen organischen Säuren ist eine Gesammtaciditätsbestimmung meist ohne jede Bedeutung, denn es hängt von gleichgiltigen Zufälligkeiten ab, wie stark die Gährungen sich entwickeln konnten.

Des sehr seltenen Befundes einer Gesammtacidität von 0 oder fast 0 muss gesondert gedacht werden; wir begegnen ihm bei der reinen Form der Achylia gastrica, die durch keine Motilitätsstörungen complicirt ist, also keine abnormen Gährungen aufweist. Es ist dieses hier beobachtete Fehlen jeder Gesammtacidität bei gleichzeitigem Fehlen jeder freien HCl — wie es wohl nicht besonders betont zu werden braucht, dass die Gesammtacidität stets mindestens so hoch sein muss wie die HCl — ein ausgezeichneter Beweis dafür, dass die oben auseinandergesetzte Auffassung zutreffend ist, dass nämlich praktisch bei vorhandener freier HCl die Gesammtacidität gleich Gesammt-HCl zu setzen sei.

Die semiologische Bedeutung der gebundenen Salzsäure ist sehr gering. Wir sahen oben, dass normaler Weise stets ein Ueberschuss von HCl producirt wird; fehlt dieser, so ist die HCl-Secretion ungenügend, obgleich trotzdem die Eiweissverdauung vor sich gehen kann, da die Gegenwart der sauren Eiweissverbindung zur Pepsinverdauung genügt.

Die gebundene HCl-Bestimmung kann aus den oben beschriebenen Gründen (Resorption und Motilität des Magens) keinen Begriff von der Gesammt-HCl-Secretion geben, abgesehen davon, dass diese ja keine absolute Grösse ist, sondern sich nach der jeweiligen Mahlzeit, nach den jeweiligen Ansprüchen richtet. Inwieweit letzteren — bei fehlender freier HCl — aber nicht genügt ist, das zeigt uns viel sicherer und bequemer die Bestimmung des HCl-Deficits.

Milchsäure.

Nur die aus den Kohlehydraten durch Gährung entstehende (optisch inactive) Milchsäure beansprucht diagnostische Bedeutung.

Es kommt dieselbe überhaupt nicht — wie man es früher fälschlicher Weise annahm — beim Gesunden nach Kohlehydratkost vor; schon die Anwesenheit geringer HCl-Mengen (0,7‰) genügt, ihre Entwicklung zu unterdrücken. Es ist deshalb bei Vorhandensein von freier HCl überhaupt zwecklos, auf Milchsäure zu fahnden.

Die Milchsäure findet sich in der Regel bei Stagnation und fehlender (oder zu geringfügiger) Salzsäuresecretion. Wir begegnen ihr deshalb besonders bei Pylorusstenosen, unter diesen wiederum am meisten beim Carcinom, aber auch oft bei gutartigen Stenosen. Hier gelingt es dann meist, durch tägliche Ausspülungen das Wiederauftreten von HCl zu erreichen und dadurch die Diagnose der Gutartigkeit zu sichern.

Es ist darnach absolut falsch, im Auftreten der Milchsäure allein ein pathognomonisches Zeichen für Magenkrebs erblicken zu wollen; stets

sind alle klinischen Zeichen zur Diagnosenstellung hinzuzuziehen. Umgekehrt lässt sich der Satz aufstellen, dass das Fehlen jeder Gährung bei Magenstauung geradezu gegen Carcinom spricht.

Flüchtige Fettsäuren deuten auf starke Zersetzungsvorgänge, deren Ursachen meist in einer Pylorusstenose, aber eventuell auch in Fäulnisvorgängen in der Mundhöhle zu suchen sind.

Enzyme.

Die Enzyme sind entweder bereits fertig (Pepsin, Lab) oder in ihrer Vorstufe (Pepsinogen, Labzymogen) im Magensaft enthalten und aus letzterer eventuell durch Ansäuern des Magensaftes in erstere leicht überführbar. Labzymogen kann auch durch Zusatz von verdünnter Chlorcalciumlösung oder anderer Kalksalzlösung in Lab verwandelt werden.

Die Enzyme verschwinden aus dem Magensaft nur bei schweren organischen Erkrankungen der Magenschleimhaut. Auf dieser Thatsache beruht die semiologische Bedeutung ihres Nachweises. Das Fehlen der Enzyme, besonders des Labferments, das noch schwerer fortbleibt, ist also von prognostisch schlechter Vorbedeutung; es handelt sich dabei stets um einen schweren, meist irreparabelen Katarrh selbstständiger oder secundärer Natur (Amyloid, Carcinom). Umgekehrt kann man aus dem Vorhandensein der Enzyme keine Rückschlüsse auf etwaige Gutartigkeit der Magenerkrankung machen.

Eiweissverdauung, Stärkeverdauung.

Der Nachweis der Verdauungsproducte des Eiweiss im Magensaft (Syntonin, Albumosen, Pepton) ist ohne jede semiotische Bedeutung, da auch organische Säuren die Rolle der HCl bei der Verdauung übernehmen können, ja da selbst der Mundspeichel durch Bakterien bereits peptonisirende Eigenschaften besitzt, die eventuell bei Achylia gastrica auch im Magen weiter wirken können.

Die Stärkeverdauung findet hauptsächlich in der Mundhöhle (später natürlich im Darm) statt und wird nur so lange im Magen fortgesetzt, bis genügende HCl vorhanden, sie zu unterbrechen. Bei Hypersecretion, wo also die Stärke direct in salzsäurehaltigen Magensaft gelangt, finden wir eine geringe oder gar keine Stärkeverdauung. Die Untersuchung daraufhin gestattet also eine indirecte Schätzung der HCl-Secretion.

Abnorme Bestandtheile des Magensaftes.

Eine der häufigsten Beimengungen ist der Speichel und Schleim. Besonders bei stärkerem Katarrh der Luftwege werden oft erhebliche Mengen davon heruntergeschluckt. Nur wenn diese Quelle auszuschliessen, darf man den gefundenen Schleim als im Magen producirt (Magenkatarrh) ansehen; man beobachtet ihn am häufigsten beim Carcinom.

Galle wird in geringen Mengen oft durch die Würgbewegungen bei Einführen des Schlauches oder Brechen bei leerem Magen in diesen unter Oeffnung des Pylorusverschlusses hineingebracht. Dauernder Gallen-

befund (Gallenfarbstoff-, Gallensäuren- und Cholestearinnachweis) lässt eine Duodenalstenose im absteigenden Schenkel, d. h. unterhalb der Mündung des Ductus choledochus als wahrscheinlich erscheinen. In diesem Fall wird der Mageninhalt infolge der gleichzeitigen Darmsaftbeimengungen häufig alkalisch reagiren, wenn nämlich der Magensaft nicht genügt, ihn zu neutralisiren, resp. sauer zu machen. Der Trypsinnachweis ist im gleichen Sinne zu verwerthen.

Blut.

Seine Anwesenheit im Magensaft weist — wenn Genuss von Blutsaft auszuschliessen — entweder auf ein frisches Ulcus ventriculi hin, auf eine zerfallene Neubildung, venöse Blutung durch Gefässstauung oder ein Trauma, das den Magen betroffen.

Abnorme Gase.

Methan, Schwefelwasserstoff, Alkohol etc. sind in letzter Zeit häufig gefunden worden; eine semiologische Bedeutung hat ihre Erkennung noch nicht erlangt.

Makroskopische und mikroskopische Betrachtung des Mageninhaltes mit Bezug auf die Diagnostik.

Vollkommen unverdauter, als solcher leicht erkennbarer Mageninhalt weist auf Fehlen jeder Secretion hin, d. h. auf einen bestehenden hochgradigen Magenkatarrh. Das Fleisch erscheint in diesem Fall nach 2—3 Stunden ziemlich unverändert, wenig gequollen; Brot, statt nach 1—2 Stunden eine gleichmässige, sich am Boden absetzende, feine, krümelige Masse zu bilden, zeigt grobe Brocken. Sichere semiologische Schlüsse lässt jedoch nur die chemische Untersuchung zu. Auch die Mikroskopie des Mageninhaltes besitzt im allgemeinen keine grosse semiotische Bedeutung. Der Grad der Stärkeverdauung mit den daraus zu machenden Rückschlüssen auf die HCl-Bildung, die schon oben erwähnt wurden, lässt sich auf mikroskopischem Wege feststellen. Normaler Weise findet man — bei HCl-Secretion — eine Menge mit Jod blaufärbbarer Amylumkörperchen.

Die Muskelfasern sollen bei guter Secretion grösstentheils nach mehreren Stunden ihre Querstreifung verloren haben. Doch kann auch das Gleiche durch abnorme Gährungsvorgänge eintreten. Sehr zahlreiche Querstreifung spricht jedenfalls für mangelhafte peptische Kraft; man trifft sie hauptsächlich im ektatischen Mageninhalt an.

Fetttröpfchen und Fettsäurenadeln sind normale Erscheinungen; sehr reichlicher Fettsäurenadelgehalt spricht jedoch für Magenektasie.

Epithelien und Leukocyten sollen nur spärlich im normalen Mageninhalt sein. Reichliches Vorkommen derselben im gut erhaltenen Zustande spricht für schlechten Verdauungschemismus.

Das Auffinden von Krebszellmassen bedarf keiner Erläuterung. Rothe Blutkörperchen werden von HCl sofort zerstört; man findet sie

nur bei schwach saurem oder neutralem Mageninhalt (ihre Bedeutung siehe Blut). Im Inhalt, besonders des nüchternen Magens, kommen sehr häufig sogenannte Spiral- oder Schneckenzellen vor; sie sind verändertes Myelin, das dem Schleim der oberen Luftwege entstammt.

Von der reichen Bakterienflora, die aus dem Magen gezüchtet worden ist, haben nur wenige Formen eine semiologische Bedeutung. Allgemein ist zu sagen, dass massenhaftes Vorkommen von gährungserregenden Mikroorganismen katarrhalische Zustände des Magens hervorrufen, auch vereinzelt schwere toxische Wirkungen bedingen kann. Speciell sind Hefepilze und Sarcina ventriculi gemeinsam oder einzeln, in grösseren Mengen vorkommend, Zeichen von excessiver Stagnation. Der *Oppler-Boas*'sche Milchsäurebacillus bildet eine werthvolle Ergänzung des Milchsäurenachweises, wenn er das Gesichtsfeld unter dem Mikroskop beherrscht (also fehlende HCl, Stagnation; siehe unter Milchsäure).

Die qualitative chemische Untersuchung des Harns.

Von Dr. **A. Kowarsky.**

I. Chemische und physikalische Eigenschaften des Harns.

1. Farbe.

Die Farbe des normalen Harns ist in erster Linie von der Menge der in ihm enthaltenen Farbstoffe bedingt. Von diesen Farbstoffen ist Urochrom in jedem Harne vorhanden, während Urobilin, Uroerithrin und Hämatoporphyrin nur in ziemlich hochgestellten deutlich nachweisbar sind.

Der normale Harn zeigt alle Abstufungen der Farbe zwischen blassgelb und rothbraun, und unter sonst gleichen Verhältnissen ist in der Norm die Farbe von der Concentration in proportionaler Weise abhängig.

Man bezeichnet als blasse Harne solche, welche fast farblos sind oder eine ganz schwache blass- bis strohgelbe Farbe zeigen. Eine normale Färbung nennt man von goldgelb bis bernsteingelb. Als hochgestellte bezeichnet man solche Harne, welche von braungelb bis braunroth gefärbt sind.

Beim Stehen an der Luft dunkelt gewöhnlich der normale saure Urin etwas nach, was wahrscheinlich durch den Uebergang der Chromogene in Farbstoffe infolge Oxydation hervorgerufen wird. Eine abnorme Farbe des Harns kann entweder durch im Organismus entstandene und in den Harn übergegangene Farbstoffe oder durch den Gebrauch von Arzneien und Nahrungsmitteln in den Harn gelangte Substanzen hervorgerufen werden. Zu den abnormen Farbstoffen des Urins gehören:

a) Blutfarbstoff — der Urin ist von hellrosaroth (Fleischwasser) bis braunschwarz gefärbt.

b) Gallenfarbstoff — der Urin hat eine gelbgrüne bis bierbraune Farbe.

c) Melanin — ruft eine dunkelbraune bis schwarze Färbung hervor; der frisch gelassene Harn enthält nur Melanogen und ist nicht intensiv gefärbt; das Pigment bildet sich allmählich beim Stehen an der Luft oder bei Zusatz von Oxydationsmitteln.

Durch den Gebrauch von Arzneien und Nahrungsmitteln entstehen folgende Veränderungen der Farbe des Urins:

Eine braungelbe bis braunschwarze Färbung — nach innerlicher oder äusserlicher Anwendung von Carbolsäure, Salicylsäurepräparaten, Kresol, Brenzkatechin, Theer, Foliae Uvae ursae und ähnlichen Präparaten, welche als gepaarte Schwefelsäureverbindungen durch den Harn ausgeschieden werden. Diese gepaarten Verbindungen sind an sich zwar farblos, spalten sich aber sehr leicht und bilden, indem sie sich an der Luft oxydiren, dunkel gefärbte Substanzen.

Eine goldgelbe oder citronengelbe Farbe bei saurer und eine hellrothe bei alkalischer Reaction besitzt der Urin nach innerem Gebrauch von Rheum, Senna, Cascara Sagrada, Chrysarobin und ähnlichen Präparaten, welche Chrysophansäure enthalten. Eine grünliche oder safrangelbe Farbe bei saurer und rothe bei alkalischer Reaction entsteht nach innerem Gebrauch von Santonin.

Antipyrin, Sulfonal und Trional verursachen eine gelb- bis blutrothe Färbung.

Nach innerem Gebrauch von Methylenblau ist der Urin blau oder grün gefärbt.

Speisen und Getränke, welche sich im Körper nicht verändernde Farbstoffe enthalten, verursachen ebenfalls entsprechende von der Norm abweichende Färbungen des Urins.

Bestimmung der Harnfarbe. Man bringt den filtrirten Urin in ein Becher- oder Cylinderglas von 5 Cm. Durchmesser und betrachtet die Farbe bei durchfallendem Lichte. Man bezeichnet die Farbe nach den oben angegebenen Farbentönen. Die von *Vogel* angegebene Farbenscala hat keine allgemeine Verwendung in der Klinik gefunden, was wahrscheinlich dadurch zu erklären ist, dass die Zahl der Farbentöne in dieser Scala zu gering und die Bezeichnung derselben mit Zahlen für die Praxis unbequem ist.

2. Durchsichtigkeit.

Der normale Urin enthält seine sämmtlichen Bestandtheile in gelöstem Zustande und daher ist der frisch gelassene normale Harn vollkommen klar und durchsichtig. Nur eine ganz geringe Menge eiweiss- und mucinartiger Substanzen, welche aus der Oberfläche der Blasen- und Harnröhrenschleimhaut herkommen, finden sich in aufgequollenem Zustande und scheiden sich beim Stehen als kleine Wölkchen — Nubecula — aus, die allmählich zu Boden des Gefässes sinken.

Wird der Harn schon trübe entleert oder tritt die Trübung bald nach der Entleerung auf, so kann es sich schon um abnorme oder pathologische Verhältnisse handeln. Jedenfalls muss in jedem einzelnen Falle die Ursache der Trübung festgestellt werden, da es für die Diagnose und Therapie von grosser Bedeutung ist.

Die Trübung des Urins kann durch folgende Ursachen bedingt sein:

1. Im Urin sind Harnsalze suspendirt.

2. Der Urin enthält viel zellige Beimischungen aus den Harnwegen (Blut, Eiterkörperchen, Epithelien).

3. Die Trübung kann durch Bakterien bewirkt sein.

4. Eine milchige Trübung kann durch emulgirtes Fett entstehen (Chylurie, Lipurie).

Um sich über die Ursache der Trübung zu orientiren, ist es rathsam, folgenderweise systematisch vorzugehen. Man erwärmt zunächst eine Probe des Harns im Reagensglase vorsichtig über der Flamme: Klärt sich der Urin, so war die Trübung durch harnsaure Salze bedingt; dieselben bilden bekanntlich einen sehr häufigen Befund und scheiden sich sehr oft aus dem ursprünglich klaren Urin erst beim Erkalten desselben aus, weil sie in warmem Wasser leichter löslich sind als in kaltem. Sie bilden beim Stehen das bekannte ziegelmehlartige Sediment (Sedimentum lateritium). Wenn diese uratische Trübung sich mit andersartigen combinirt (meist zelligen Elementen), so erzielt man beim Erwärmen keine vollkommene Aufklärung, sondern nur eine leichte Aufhellung der Flüssigkeit, die sogar bei fortgesetzter Erhitzung einer erneuten Trübung (durch Ausfallen von Eiweiss) Platz machen kann.

Hat das Erwärmen keine Veränderung in der Trübung hervorgerufen, so versetzt man den Urin mit 10—15 Tropfen Essigsäure. Bewirkt diese eine völlige oder theilweise Aufklärung, so ist die Trübung hauptsächlich durch phosphorsaure Salze bedingt. Der Harn wird sehr oft nicht vollkommen klar, weil es sich in solchen Fällen meist um alkalisch reagirende und in Zersetzung begriffene Harne handelt, welche ausserdem meist noch zahlreiche Bakterien oder zellige Beimischungen enthalten. Hat auch Essigsäure keinen Einfluss, klärt sich aber der Urin nach Zusatz von Salzsäure, so war die Trübung durch das Vorhandensein von oxalsaurem Kalk bedingt.

Blieb die Trübung nach der Anwendung dieser drei Proben unbeeinflusst, so wird der Urin zunächst mit Natronlauge (10%ige Lösung) versetzt und geschüttelt. Wenn dabei an der Stelle der Trübung eine gelatinöse Transparenz auftritt, so war Eiter die Ursache der Trübung (Eiterprobe von *Donné*). Diese Probe beruht auf der Eigenthümlichkeit der Eiterkörperchen, unter dem Einflusse von Alkali aufzuquellen und eine zusammenhängende gallertige Masse zu bilden.

Ist die Trübung durch Fett bedingt, so klärt sich nach Zusatz von Alkohol-Aether der Urin vollkommen auf.

Wenn die Trübung des Urins allen genannten Proceduren widersteht, so handelt es sich höchst wahrscheinlich um eine bakterielle Trübung. In solchen Fällen ist der Urin gleichmässig getrübt; er bildet beim Stehen kein augenmerkliches Sediment und behält auch meist nach dem mehrfachen Filtriren seine Trübung. Bringt man einen derartigen Harn in ein Reagensglas und betrachtet ihn bei durchgehendem Lichte, so kann man bemerken, dass beim leichten Aufschütteln die Trübung einen schillernden, wellenartigen Charakter besitzt.

In Harnen, in welchen die Trübung von Eiterkörperchen herrührt, empfiehlt es sich nach *Posner,* den Grad der Trübung, resp. den Transparenzgrad zu bestimmen, da diese Bestimmung einen gewissen Begriff über die Menge des vorhandenen Eiters geben kann; diese

Methode erlaubt, bei der fortdauernden Beobachtung eines Falles Schwankungen in der Ausscheidung des Eiters zu beobachten und dieselben zahlenmässig auszudrücken.

Die Bestimmung des Transparenzgrades wird nach *Posner* folgenderweise ausgeführt: Man stellt ein Becherglas mit planer Bodenfläche auf ein Papier mit grosser Druckschrift. Man giesst den Urin solange ins Becherglas, bis man das Gedruckte noch eben sehen kann und misst die Höhe der Harnschicht. Die Zahl der abgemessenen Centimeter drückt den Grad der Transparenz aus.

Die Resultate der Bestimmungen sind selbstverständlich nur dann verwendbar, wenn der Eitergehalt die einzige Ursache der Trübung des Harns ist.

3. Reaction.

Die Reaction des Harns kann sauer, amphoter oder alkalisch sein. Der normale Urin reagirt meist sauer. Seine Acidität ist nicht durch die Gegenwart freier Säure, sondern durch sauer reagirende Salze, hauptsächlich durch zweifach-saures phosphorsaures Natrium (Mononatriumphosphat) bedingt. Das Mononatriumphosphat des Harns bildet sich aus basischen (alkalisch reagirenden) Phosphaten des Blutes dadurch, dass die Säuren (Harnsäure, Hippursäure, Schwefel- und Kohlensäure) des Harns einen Theil des Natriums nehmen. Wahrscheinlich sind bei der Umwandlung der alkalischen Salze des Blutes in saure Salze des Urins die Nierenepithelzellen in nicht geringem Grade betheiligt. Ausser den sauren Phosphaten sind im normalen Urin auch alkalisch reagirende Phosphate vorhanden. Ihre Menge ist gewöhnlich im Vergleich mit den Säuren nur gering und dadurch kommt nur die saure Reaction zum Vorschein.

Sind die alkalisch reagirenden Phosphate vermehrt, so entsteht eine amphotere oder alkalische Reaction. Als amphoter bezeichnet man die Reaction dann, wenn der Urin gleichzeitig alkalisch und sauer reagirt; das bedeutet, dass die sauer und alkalisch reagirenden Phosphate im Urin in solchen Mengenverhältnissen vorhanden sind, dass sie mit gleicher Kraft ihre Reaction äussern. Alkalische Reaction entsteht im Harne bei vorwiegendem Gehalt an basischen Phosphaten. Aus rein theoretischen Betrachtungen muss das Vorkommen einer neutralen Reaction des Urins ausgeschlossen werden; wir könnten eine solche nur dann zulassen, wenn die saure Reaction des Urins durch freie Säure bedingt wäre; da aber die Phosphate allein für die Reaction des Urins ausschlaggebend sind, so kann der Urin niemals eine neutrale Reaction zeigen, da die im Urin gelösten Phosphate nur sauer oder alkalisch reagiren. Bei physiologischen Verhältnissen kann der Urin unter folgenden Bedingungen alkalisch reagiren:

1. Nach einer reichlichen Mahlzeit.
2. Nach heissen Bädern, starkem Schweiss.
3. Bei vegetarischer Diät. Die vegetarische Nahrung enthält einen Ueberschuss von alkalischen Salzen und organischen Säuren, welche im Körper sich in kohlensaure Salze umwandeln und den Harn alkalisch machen.

4. Nach Einnahme grosser Mengen Carbonate oder Phosphate (Mineralwässer).

Bei pathologischen Zuständen oder beim Stehen in unreinen Gefässen kann der Harn eine alkalische, durch Zersetzung hervorgerufene Reaction erhalten. Die alkalische oder ammoniakalische Gährung des Urins besteht in einer Umwandlung des Harnstoffs in kohlensaures Ammon, welche durch Mikroorganismen (Micrococcus Ureae, Proteus vulgaris Hauseri und andere) herbeigeführt wird. Der Harn bekommt dabei einen unangenehmen ammoniakalischen Geruch und trübt sich durch Ausscheidung von phosphorsauren alkalischen Erden, phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia, harnsaurem Ammon und kohlensaurem Kalk. Man bestimmt die Reaction des Urins in üblicher Weise mittels Lackmuspapier. Bei saurer Reaction färbt sich das blaue Lackmuspapier roth, bei alkalischer das rothe blau, bei amphoterer sind gleichzeitig beide Reactionen gleichmässig ausgesprochen. Bei ammoniakalischer Zersetzung des Urins verschwindet die blaue Farbe des Lackmuspapierchens beim Trocknen an der Luft. Ausserdem charakterisirt sich ein ammoniakalischer Urin dadurch, dass ein darüber gehaltener, mit Salzsäure benetzter Glasstab weisse Nebel bildet (Salmiak).

4. Specifisches Gewicht.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes des Harns giebt Auskunft über die Menge der gelösten festen Bestandtheile im Verhältnis zu den flüssigen und im Zusammenhang mit der ausgeschiedenen Tagesmenge Anhaltspunkte über den Stoffwechsel.

Das specifische Gewicht des Harns schwankt bei physiologischen Verhältnissen in weiten Grenzen zwischen 1,005—1,030 und ist in erster Linie von der Wasserzufuhr und Wasserabgabe durch andere Organe abhängig.

Man bestimmt am einfachsten das specifische Gewicht des Urins mittels Spindelaräometer mit Theilungen von 1000 bis 1025 und 1025 bis 1050. Ein ziemlich weites Cylinderglas wird bis $^4/_5$ mit dem zu untersuchenden Urin gefüllt, die abgetrocknete Spindel darin vorsichtig eingesenkt.* Man liest dann den Grad an der Scala ab, bis zu welchem die Spindel einsinkt. Ist die Spindel zu tief (über die Scala) oder zu hoch (unter der Scala) eingesunken, so muss das specifische Gewicht mit der zweiten Spindel bestimmt werden. Bei genaueren Bestimmungen muss die Temperatur berücksichtigt werden. Die Spindelaräometer sind gewöhnlich auf 15° C. geaicht. Ist die Temperatur des Urins höher, so muss für je 3 Temperaturgrade ein Grad (0,001) dem abgelesenen Werthe zugegeben, bei Temperaturen unter 15° C. in derselben Weise abgezogen werden.

Aus dem specifischen Gewichte des Harns kann annähernd die Gesammtmenge der festen Bestandtheile berechnet werden. Nach *Haeser* multiplicirt man zu diesem Zwecke die letzten zwei Stellen des auf 3 Decimalen bestimmten specifischen Gewichtes mit 0,233. Ist das specifische Gewicht eines Harnes zum Beispiel 1,025, so sind in demselben $25 \times 0,233 = 5,825\%$ feste Bestandtheile vorhanden.

---

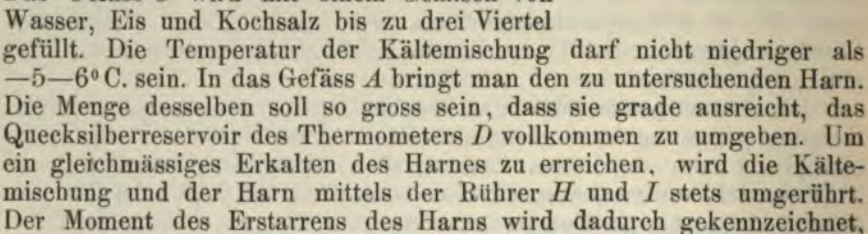
* Die nicht selten störenden Schaumbläschen werden mit Fliesspapier entfernt.

5. Der Gefrierpunkt des Harns.

Schon im XVIII. Jahrhundert (1788) hat *Blagden* nachgewiesen, dass zwischen den Temperaturen, bei welchen Salzlösungen erstarren und dem Gehalt dieser Lösungen an gelösten Stoffen eine einfache Beziehung existirt, und zwar dass beide proportional sind. Diese Arbeit ist aber völlig in Vergessenheit gerathen. Erst als *Raoult* und *van t'Hoff* für diese Thatsache einfache Gesetze gefunden haben, wurde sie wissenschaftlich verwerthet. Diese Gesetze lauten: 1. dass äquimoleculare Lösungen, d. h. solche Lösungen, deren Gehalt im Verhältnis der Moleculargewichte der gelösten Stoffe stehen, gleiche Gefrierpunkte haben. Beispiel: Das Moleculargewicht des Traubenzuckers $C_6H_{12}O_6$ beträgt 180, des Harnstoffs $—CON_2H_4$ 60. Eine Lösung, welche 180 Grm. im Liter Traubenzucker enthält, und eine Lösung, welche 60 Grm. Harnstoff im Liter enthält, werden einen gleichen Gefrierpunkt zeigen. Daraus folgt, dass der Gefrierpunkt nicht (wie das specifische Gewicht) von der Masse der gelösten Stoffe, sondern von der Zahl der gelösten Moleciile bedingt wird, und kann daher als Mass für die moleculare Concentration der Lösungen betrachtet werden. 2. Der Gefrierpunkt der Lösungen ist dem osmotischen Druck derselben proportional.

In die Klinik ist die Bestimmung des Gefrierpunktes des Harns und des Blutes zuerst durch *v. Korányi* eingeführt worden und hat in kurzer Zeit eine ziemlich ausgiebige Verwendung, besonders bei der functionellen Nierendiagnostik, gefunden.

Fig. 4.



Zur praktischen Ausführung der Bestimmung des Gefrierpunktes des Harns dient am besten der *Beckmann*'sche Apparat (Kryoskop).* Der Apparat besteht aus folgenden Theilen: Das Glas *A* (Fig. 4) enthält ein in 0,01 Grade getheiltes Thermometer *D* und einen aus Platindraht gebogenen Rührer *H*. Dieses Glas ist in ein etwas weiteres Glas *B*, welches als Luftmantel dient, gesetzt. Letzteres ist im Deckel eines starken grossen Gefässes *C* befestigt. Im Deckel des grossen Glases sitzen noch ausserdem 1. ein gewöhnliches Thermometer zur Bestimmung der Temperatur der Kältemischung, 2. ein Röhrchen mit dem Impfstift *F*. Mittels des starken Rührers *I* wird die Temperatur der Kältemischung gleichmässig erhalten.

Die Ausführung der Gefrierpunktbestimmung des Harns geschieht folgendermassen: Das Gefäss *C* wird mit einem Gemisch von Wasser, Eis und Kochsalz bis zu drei Viertel gefüllt. Die Temperatur der Kältemischung darf nicht niedriger als —5—6° C. sein. In das Gefäss *A* bringt man den zu untersuchenden Harn. Die Menge desselben soll so gross sein, dass sie grade ausreicht, das Quecksilberreservoir des Thermometers *D* vollkommen zu umgeben. Um ein gleichmässiges Erkalten des Harnes zu erreichen, wird die Kältemischung und der Harn mittels der Rührer *H* und *I* stets umgerührt. Der Moment des Erstarrens des Harns wird dadurch gekennzeichnet,

* In der letzten Zeit sind verschiedene vereinfachte Apparate für den klinischen Gebrauch vorgeschlagen. Die Vereinfachungen sind aber leider stets auf Kosten der Genauigkeit erfolgt.

dass die bisher sinkende Quecksilbersäule des Thermometers plötzlich in die Höhe steigt und auf einem Punkte stehen bleibt. Dieser Stand des Thermometers wird mittels einer Lupe abgelesen.

Das Steigen der Quecksilbersäule wird dadurch bedingt, dass die Flüssigkeit vor dem Erstarren immer etwas überkältet wird, und daher fällt das Thermometer unter den Gefrierpunkt. Sobald die Flüssigkeit erstarrt, wird sie auch gleichzeitig bis zur Temperatur des Gefrierpunktes erwärmt, und daher das Steigen der Quecksilbersäule bis zum Gefrierpunkt. Es passirt nicht selten, dass ungeachtet der starken Ueberkältung der Flüssigkeit dieselbe jedoch nicht erstarrt. In solchen Fällen bedient man sich des Impfstiftes *F*, mittels welchem man durch das Seitenröhrchen *G* ein Stückchen Eis in die Flüssigkeit hineinbringt. Das Erstarren erfolgt sofort in dem Moment, wo das Eis mit dem Harn in Berührung kommt. Da das Beckmann'sche Thermometer keinen constanten Nullpunkt besitzt, so muss derselbe durch Bestimmung des Gefrierpunktes des destillirten Wassers festgestellt und oft controlirt werden; letzteres gilt auch für diejenigen Apparate, welche constante Nullpunkte haben, weil, wie die Erfahrung zeigt, auch in denselben mit der Zeit die Nullpunkte bedeutend verschoben werden und mit den auf der Scala bezeichneten nicht mehr übereinstimmen.

6. Menge.

Die Tagesmenge (24stündige) des Urins ist schon unter physiologischen Bedingungen eine äusserst variable Grösse. Wasserzufuhr und Wasserausscheidung durch die Haut und Lungen, Genuss von diuretisch wirkenden Mitteln (Alkohol, Thee, Kaffee), Muskelthätigkeit, psychische und andere Momente beeinflussen sehr bedeutend die Harnsecretion und wirken dadurch auf die Grösse der in 24 Stunden ausgeschiedenen Urinmenge. Durchschnittlich beträgt sie bei einem gesunden Manne 1500 Ccm., bei Frauen etwas weniger.

Normalerweise steht die Menge des Urins im umgekehrten Verhältnisse zu seinem specifischen Gewicht. Zur Bestimmung der Tagesmenge sammelt man gewöhnlich den Urin in einem grossen Glasgefässe, schüttelt gut durch und misst das Volumen in einem graduirten Messcylinder. Um die Zersetzung des Urins durch Bakterien zu vermeiden, empfiehlt es sich, ein erbsengrosses Stückchen Thymol demselben zuzufügen.

Das Gewicht des Urins lässt sich sehr einfach aus dem gemessenen Volumen umrechnen, indem man das letztere mit dem specifischen Gewicht multiplicirt. 1500 Ccm. Urin z. B. vom specifischen Gewicht 1,025 würden $1500 \times 1{,}025 = 1537{,}5$ Grm. wiegen.

7. Consistenz.

Der normale Harn ist dünnflüssig und giebt beim Schütteln einen bald verschwindenden Schaum. In eiweisshaltigen Urinen hält sich der Schaum längere Zeit. Ammoniakalische, stark eiterhaltige Urine sind dickflüssig und zeigen eine gallertartige, viscöse Consistenz. In einzelnen Fällen erhält der Urin eine eigenartige viscöse, fadenziehende Beschaffenheit durch Anwesenheit einer specifischen Bakterienart (Bacillus viscosus). Einen derartigen Urin habe ich bei einem Diabetiker beobachtet.

8. Geruch.

Der normale Urin besitzt einen eigenthümlich aromatischen, an Fleischbouillon erinnernden Geruch. Bei ammoniakalischer Zersetzung riecht der Harn deutlich nach Ammoniak. Zersetzte, reichlich Blut und Eiter enthaltende Urine nehmen einen fäculenten Geruch an. Bei starkem Gehalt an Aceton (schwerer Diabetes) zeigt der Urin einen deutlich ausgesprochenen Obstgeruch. Nach Aufnahme von Terpentinöl erhält der Urin einen Veilchengeruch, nach Santalöl, Copaivabalsam, Cubeben einen gewürzigen Geruch. Widerlich riecht der Urin nach Knoblauch und Spargel.

9. Die chemische Beschaffenheit des Harns.

Der Harn enthält hauptsächlich diejenigen Substanzen in gelöster Form, welche sich bei dem Zerfall des Eiweiss der Nahrung und Körpergewebe im Organismus bilden und die aus der Nahrung freiwerdenden Salze. Die Kohlenhydrate und das Fett werden im Körper meist zu ihren Endproducten — Kohlensäure und Wasser — oxydirt und durch die Lungen und Haut ausgeschieden.

Das grosse und sehr complicirte Eiweissmolecül bildet bei seinem Zerfall im Organismus eine ganze Reihe stickstoffhaltiger und stickstofffreier organischer Substanzen. Das wichtigste dieser Endproducte des Eiweissstoffwechsels ist der Harnstoff, welcher den Hauptbestandtheil des Harns bildet und durchschnittlich fast die Hälfte sämmtlicher festen Bestandtheile desselben beträgt. Selbstverständlich ist die quantitative Zusammensetzung des Harnes grossen Schwankungen unterworfen. Um jedoch einen gewissen Begriff von der Beschaffenheit des Harns zu geben, bringen wir in folgender Tabelle die Durchschnittswerthe der wichtigsten Bestandtheile des normalen Urins in der 24stündigen Harnmenge (nach *Hammarsten*):

1. Organische Substanzen.

Harnstoff	30,0
Harnsäure	0,7
Kreatinin	1,0
Hippursäure	0,7
Uebrige organische Verbindungen	2,6

Von diesen letzteren organischen Substanzen sind im normalen Harne nachgewiesen (in geringen Mengen): Xanthinkörper, Oxalsäure, Oxalursäure, flüchtige Fettsäuren, Milchsäure, Bernsteinsäure, Kohlenhydrate, Glycerinphosphorsäure, Phenyl-, p-Kresyl-, Brenzcatechin-, Indoxyl- und Scatoxylschwefelsäure, p-Oxyphenylsäure, p-Hydrocumarsäure, Glucuronsäure, Harnfarbstoffe, Fermente und andere Substanzen noch unbekannter Zusammensetzung.

2. Anorganische Stoffe.

Salzsäure	9,35	(als Kochsalz 15 Grm.)
Schwefelsäure	2,50	
Phosphorsäure	2,50	
Salpetersäure	unter 0,1	

Natron (Na_2O)	7,90
Kali (K_2O)	3,00
Ammoniak (NH_3) . . .	0,70
Kalk (CaO)	0,30
Magnesia *(MgO)*	0,50
Eisen	Spuren

3. Gase (nach *Morin*).

Sauerstoff	1,0 Ccm.
Kohlensäure	24,0
Stickstoff	10,16

Bei abnormen oder pathologischen Verhältnissen gelangen in den Harn:

1. Producte des pathologischen Stoffwechsels;
2. Bestandtheile des Blutes, welche in der Norm durch die gesunden Nieren nicht durchgelassen werden, bei Erkrankung derselben aber leicht durchgehen;
3. Substanzen, welche aus erkrankten Organen in das Blut gelangen und durch die Nieren ausgeschieden werden;
4. Eingeführte Arzneimittel oder Gifte in verändertem oder unverändertem Zustande. Von diesen abnormen und pathologischen Bestandtheilen des Urins sind folgende die wichtigsten:

Eiweiss (Pepton, Albumosen)	Hämoglobin
Traubenzucker	Melanin
Milchzucker	Gallenfarbstoffe
Lävulose	Gallensäuren
Pentosen	Fette
Inosit	Cholesterin
Aceton	Leucin, Tyrosin, Cystin
Acetessigsäure	Schwefelwasserstoff
β-Oxybuttersäure	Arzneimittel, Gifte.

Die Untersuchung der Beschaffenheit des Urins für klinisch-diagnostische und therapeutische Zwecke muss in erster Linie feststellen, ob der zu untersuchende Harn irgendwelche Abweichungen von der Norm darstellt, aus welchen wir gewisse Schlüsse über die Art der vorliegenden Erkrankung ziehen könnten.

Dementsprechend ist bei der klinischen Harnuntersuchung der Nachweis von abnormen und pathologischen Bestandtheilen von viel grösserer Bedeutung, als die Bestimmung der normalen Substanzen des Urins. Nur in einzelnen Fällen wird es nothwendig sein, für die Diagnose den Urin einer qualitativen und quantitativen Prüfung auf einige normale Bestandtheile zu unterwerfen. Auch bei Stoffwechselversuchen und für wissenschaftliche Untersuchungen ist eine genaue quantitative Untersuchung sämmtlicher Bestandtheile des Urins unentbehrlich. Wir beginnen daher die Beschreibung der qualitativen chemischen Harnuntersuchung mit dem Nachweis der pathologischen und abnormen Bestandtheile des Harns.

II. Die chemische Untersuchung der pathologischen und abnormen Bestandtheile des Harns.

Eiweisskörper im Harn.

Der normale Urin ist eiweissfrei. Die ganz geringen Mengen von Eiweiss, welche aus grossen Urinmengen sich gewinnen lassen, kommen bei der klinischen Harnuntersuchung nicht in Betracht, da sie durch die gewöhnlichen Eiweissreactionen nicht nachweisbar sind. Bei abnormen und pathologischen Zuständen kann der Harn folgende Eiweissarten enthalten:

a) Serumalbumin, *b)* Serumglobulin, *c)* Albumosen und Peptone, *d)* Fibrin, *e)* Nucleoalbumin und Mucin. Diese Eiweissstoffe unterscheiden sich durch folgende allgemeine chemisch-physikalische Eigenschaften:

Serumalbumin ist löslich in Wasser, verdünnten Salzlösungen und gesättigten Lösungen von Chlornatrium und Magnesiumsulphat. Wird gefällt mit Ammoniumsulphat, Gerinnungstemperatur 72—75°. Specifische Drehung — 62,6—64,59°. Durch concentrirte Mineralsäuren wird es ausgeschieden unter Umwandlung in Acidalbumin, nicht aber durch verdünnte, durch Alkalien wird es in Alkalialbuminat umgewandelt. Das Acidalbuminat ist in Essigsäure löslich.

Serumglobulin. Unlöslich in Wasser, löslich in verdünnten Salzlösungen und unlöslich in concentrirten Lösungen von Chlornatrium, Magnesiumsulphat und Ammonsulphat. Wird durch Hitze coagulirt (bei 75°).

Die Albumosen sind Zwischenproducte bei der hydrolytischen Zersetzung der Proteine (die Endproducte derselben sind die Peptone). Sie entsprechen dem Propepton und theilweise dem Pepton im Sinne *Brücke's*. Sie werden durch Hitze nicht coagulirt. Sie geben bei der Biuretreaction eine rosenrothe Färbung. Man unterscheidet (nach ihrer Löslichkeit) drei Arten von Albumosen:

1. Protalbumosen. Löslich in heissem und kaltem Wasser und in Salzlösungen. Sie werden gefällt durch Sättigung mit Chlornatrium und Magnesiumsulphat.

2. Heteroalbumosen. Unlöslich im Wasser, löslich in 0,5—15%iger Kochsalzlösung in der Kälte. Beim Erwärmen auf 65° C. werden sie ausgefällt; der Niederschlag löst sich in verdünntem Alkali oder verdünnter Säure. Die Proto- und Heteroalbumosen werden häufig als primäre Albumosen bezeichnet.

3. Deuteroalbumosen (secundäre Albumosen). Löslich in kaltem und heissem Wasser, werden durch Sättigung mit Kochsalz und Magnesiumsulphat nicht ausgefällt, wohl aber durch Sättigung mit Ammonsulphat.

Pepton *(Kühne)* ist löslich in Wasser, wird durch Hitze nicht coagulirt und durch Salpetersäure, Kupfersulphat, Ammoniumsulphat und eine Anzahl anderer Fällungsmittel der Eiweisskörper nicht ausgefällt. Wird vollständig ausgefällt durch Tannin, Phosphorwolframsäure, Phosphormolybdänsäure und Pikrinsäure.

Fibrin ist unlöslich in Wasser, sowie in verdünnten Säuren und Alkalien. Durch die letzteren wird es in der Kälte in eine Gallerte verwandelt, die bei längerem Kochen sich auflöst.

Mucin und Nucleoalbumin sind in Essigsäure unlöslich und werden aus ihren Lösungen durch dieselbe ausgefällt. Mucin enthält keinen Phosphor, während Nucleoalbumin phosphorhaltig ist.

Mucin ist in aufgequollenem Zustande in geringen Mengen im normalen Harne vorhanden; beim Stehen scheidet er sich zusammen mit den Formelementen (einzelne Leukocyten und Epithelien) als Nubecula aus. Bei einigen pathologischen Zuständen findet eine vermehrte Ausscheidung von Mucin und Nucleoalbuminen statt.

A. Gemeinsame Eigenschaften der Eiweissstoffe und allgemeine Eiweissreactionen.

Alle Eiweisskörper sind in Alkohol, Aether, Chloroform und Benzol unlöslich; sie diffundiren nicht durch thierische Membranen. Durch Pepsin in saurer und Trypsin in neutraler oder alkalischer Lösung werden sie peptonisirt; dasselbe geschieht durch Einwirkung siedender verdünnter Säuren und Alkalien; es entstehen dabei Albumosen und Peptone. Bei Fäulnis der Eiweissstoffe bilden sich als Zersetzungsproducte: Kohlensäure, Ammoniak, Schwefelwasserstoff, flüchtige Fettsäuren, Leucin, Tyrosin, Glykocol, Alanin, Asparaginsäure, Glutaminsäure, Phenol, Indol, Scatol, Hypoxanthin, Ptomaine.

Sämmtliche Eiweissstoffe geben folgende charakteristische Reactionen:

1. Concentrirte Mineralsäuren in nicht geringen Mengen erzeugen Niederschläge, welche sich im Ueberschuss der Säure wieder auflösen. Salpetersäure fällt am raschesten und löst am langsamsten.

2. Xanthoproteinreaction. Beim Erwärmen einer Eiweisslösung mit überschüssiger Salpetersäure entsteht eine gelbe Färbung. Dieselbe Färbung entsteht auch ohne Erwärmung, aber bedeutend langsamer.

3. *Millon*'sche Reaction. Giebt man zu einer Eiweisslösung das *Millon*'sche Reagens (Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd, welche salpetrige Säure enthält), so entsteht ein weisser Niederschlag, welcher beim Erwärmen sich schön roth färbt. Dieselbe Reaction geben Tyrosin, Phenole und aromatische Oxysäuren.

4. Reaction von *Adamkiewicz*. Man erwärmt einige Tropfen einer Eiweisslösung mit einer Mischung aus 2 Volumen Eisessig und 1 Volumen concentrirter Schwefelsäure; die Flüssigkeit färbt sich rothviolett.

5. Biuretreaction. Man versetzt die Eiweisslösung mit Natronlauge bis zur stark alkalischen Reaction und überschichtet sie mit einer sehr verdünnten Lösung von Kupfersulfat; an der Berührungsstelle der Flüssigkeiten entsteht ein blauvioletter (Albumine) oder rosarother (Albumosen, Pepton) Ring.

6. Lösungen der Salze schwerer Metalle erzeugen in Eiweisslösungen Niederschläge von Metallalbuminaten, die grösstentheils im Ueberschusse des Reagens sich wieder auflösen.

7. Sämmtliche allgemeine Alkaloidreagentien (Pikrinsäure, Phosphorwolframsäure, Phosphormolybdänsäure, Gerbsäure, Jodjodkali u. s. w.) erzeugen in Eiweisslösungen Niederschläge.

8. Die Eiweisskörper werden aus ihren Lösungen auch mit einem dreifachen Volumen Alkohol ausgefällt.

B. Nachweis des Eiweisses im Harn.

Man unterscheidet zwei Arten von Albuminurien: eine accidentelle oder falsche Albuminurie (Albuminuria spuria) und eine echte oder renale Albuminurie (Albuminuria vera). Die erste entsteht durch Beimischung von eiweisshaltigen Flüssigkeiten, wie Blut, Eiter, Chylus, zum eiweissfrei secernirten Harn. Die renale Albuminurie wird durch parenchymatöse Veränderungen in der Niere oder durch Circulationsstörungen in derselben hervorgerufen.

Bei beiden Arten der Albuminurie besteht das Eiweiss des Harns stets aus einem Gemisch von Serumalbumin und Serumglobulin. Da diese beiden Eiweisskörper die gleichen Reactionen geben und für klinische Zwecke ihre Trennung belanglos ist, so werden bei den im Nachstehenden mitgetheilten Eiweissprüfungen immer Albumin und Globulin zusammen bestimmt.

Die Prüfung des Harns auf Eiweiss muss mit grosser Sorgfalt ausgeführt werden, da jede, auch die geringste nachweisbare Eiweissmenge eine diagnostische Bedeutung hat.

Der auf Eiweiss zu untersuchende Harn muss:

1. vollkommen klar sein,
2. sauer reagiren,
3. frei von eiweisshaltigen, nicht aus den Harnwegen oder von anderen Secreten stammende Verunreinigungen (Menstrualblut, Sputum) sein.

Die im Harn suspendirten Salze, Bakterien oder Formelemente werden durch Filtriren beseitigt. Gelingt es durch Filtration den Urin nicht klar zu machen, so versetzt man ihn mit Magnesia usta oder Baryumcarbonat oder Kieselguhr, schüttelt gut durch und filtrirt. Die Trübung wird vom Niederschlage zurückgehalten und man bekommt ein klares Filtrat. In Harnen, in welchen die Trübung durch ausgefallene Urate verursacht ist, gelingt es am leichtesten, durch schwaches Erwärmen den Harn klar zu machen.

Von den zahlreichen zum Nachweis von Eiweiss im Urin empfohlenen Reactionen sollen im Nachstehenden nur diejenigen erwähnt werden, welche als zuverlässig und brauchbar sich in der Praxis und Klinik bewährt haben.

1. Probe nach Heller mit Salpetersäure.

Man giesst 5—10 Ccm. Salpetersäure in ein Reagensglas oder, was bequemer ist, in ein kleines konisches Gläschen (Cognacgläschen), hält dasselbe schief und überschichtet aus einer Pipette die Salpetersäure vorsichtig mit einem gleichen Volumen Harn. Die Ueberschichtung muss langsam und vorsichtig gemacht werden (man lässt die Flüssigkeit aus der Pipette an der Wand hinablaufen), so, dass beide Flüssigkeiten sich nicht mischen. Bei Anwesenheit von Eiweiss bildet sich an der Grenze beider Flüssigkeiten eine scharf begrenzte ringförmige Trübung. Bei ganz geringen Mengen von Eiweiss bildet sich der Ring erst nach 2—3 Minuten. Die Probe beruht auf der schon oben erwähnten Eigen-

schaft der Salpetersäure, am schnellsten Acidalbumine, welche im Ueberschusse der Säure schwer löslich sind, zu bilden.

Bei dieser Probe sind folgende Fehlerquellen zu beachten:

a) In sehr concentrirten Harnen bekommt man an der Berührungsstelle der Flüssigkeiten einen deutlich krystallinischen Ring, welcher aus salpetersaurem Harnstoff besteht. Bei gewisser Aufmerksamkeit wird es sehr leicht sein, diesen deutlich krystallinischen Ring von dem opaken, scharf begrenzten Eiweissring zu unterscheiden. Ausserdem wird diese Ausscheidung von salpetersaurem Harnstoff durch Verdünnung des Urins leicht beseitigt.

b) In viel harnsaure Salze enthaltenden Urinen entsteht ebenfalls eine ringförmige Trübung, die sich aber dadurch vom Eiweissring unterscheidet, dass sie oberhalb der Berührungsstelle sich befindet und beim gelinden Erwärmen verschwindet. Ich habe einigemale in Kinderurinen solche uratische Ringe beobachtet, welche vollkommen ähnlich den Eiweissringen aussahen und bei mehrfachem Verdünnen des Urins nicht verschwanden. Diese uratischen Ringe verschwinden auch leicht beim Erwärmen.

c) Nach innerlicher Anwendung von balsamischen Präparaten (Capaiva, Tolubalsam, Ol. Santali) entsteht ein weisslicher, von Harzsäuren herrührender Ring. Er unterscheidet sich vom Eiweissring dadurch, dass er oben nicht scharf begrenzt ist und sich in Alkohol löst.

d) Mucin- und nucleoalbuminhaltige Urine zeigen bei der *Heller*'schen Probe eine ringförmige Trübung. Der Ring befindet sich aber nicht an der Berührungsstelle, sondern in der Urinschicht, fast in der Mitte derselben; beim Umschütteln löst sich der Ring wieder auf.

e) Da die Salpetersäure die Harnfarbstoffe oxydirt, so bilden sich bei dieser Probe in jedem Harne farbige Ringe (rothe, bräunliche, blaue, grüne), welche niemals mit den Eiweissringen verwechselt werden können, da bei ihnen die Trübung vollkommen fehlt.

Die Probe giebt noch ein positives Resultat bei Verdünnungen von 1 : 30.000, d. h. sie zeigt noch 0,033‰ Eiweiss. Bei diesem Eiweissgehalt entsteht der Ring erst nach 2 Minuten. Sind die obengenannten Fehlerquellen berücksichtigt, so ist die Probe sehr genau und zuverlässig.

2. Kochprobe mit Salpetersäure.

5—10 Ccm. Harn werden im Reagensglas bis zum Kochen erhitzt und dann mit 5—10 Tropfen (bis zur stark sauren Reaction) Salpetersäure versetzt. Löst sich der beim Kochen entstandene Niederschlag* nicht oder es entsteht ein Niederschlag erst nach Zusatz von Salpetersäure, so ist Eiweiss vorhanden.

Bei dieser Probe muss man mit dem Zusatz von Salpetersäure sehr vorsichtig sein, weil bei zu geringem Zusatz Eiweiss in Lösung bleiben (besonders in alkalischen Harnen) und bei zu starkem wieder

* Der Niederschlag, welcher sich beim Kochen schwach sauerer oder schwach alkalischer Urine bildet, besteht meist aus Erdphosphaten (Tricalcium- und Trimagnesiumphosphat), welche in Säuren leicht löslich sind.

in Lösung gehen kann, besonders ist dies der Fall, wenn man nach Zusatz von Salpetersäure den Harn nochmals ins Kochen bringt oder wenn die Salpetersäure vor dem Kochen zugesetzt wird.

Täuschungen werden bei dieser Probe auch durch Ausscheidung von Harzsäuren bedingt. Man lässt die Probe erkalten und giebt zwei Volumina Alkohol zu: die Harzsäuren lösen sich in Alkohol, Eiweiss bleibt ungelöst.

Nach der Art der Trübung und der Menge des ausgeschiedenen Niederschlages kann man bei dieser Probe annähernd die Menge des Eiweisses bestimmen. Bei sehr geringen Eiweissmengen entsteht blos eine opalescirende leichte Trübung. Bei ungefähr 1,0‰ ist die Ausscheidung flockig und füllt beim Absetzen die Bodenwölbung des Reagensgläschens. Bei 10,0‰ bildet das ausgeschiedene Eiweiss die Hälfte der Harnsäule, bei sehr grossem Eiweissgehalt erstarrt die ganze Flüssigkeit zu einem compacten Coagulum.

Bei Berücksichtigung der oben erwähnten Vorsichtsmassregeln ist diese Probe auch zuverlässig. Sie wird in solchen Fällen, in welchen keine genauere quantitative Bestimmung vorgenommen wird, einen approximativen Werth der Eiweissmenge geben. Der Nachtheil dieser Probe besteht darin, dass die Salpetersäure den Urin dunkel macht, wodurch geringe Trübungen schwer zu erkennen sind.

3. Kochprobe mit Kochsalz und Essigsäure.

Man versetzt 5—8 Ccm. Urin im Reagensglas mit einem gleichen Volumen gesättigter Kochsalzlösung, fügt 3—5 Tropfen Essigsäure hinzu und erwärmt bis zum Kochen. Entsteht eine Trübung oder Niederschlag, so ist Eiweiss vorhanden. Um ganz geringe Trübungen bei dieser Probe unterscheiden zu können, empfiehlt es sich, gleichzeitig zwei Reagensgläser mit dem Urin und den Reagentien in gleicher Weise zu füllen und nun eine Probe zu kochen. Die andere wird zum Vergleich dienen. Betrachtet man nämlich beide Proben im durchfallenden Lichte auf einem dunklen Fond, so wird die geringste Trübung in der gekochten Probe deutlich sichtbar sein. Bei grossem Gehalt an Eiweiss erhält man schon in der Kälte nicht selten einen Niederschlag, weil die Eiweisskörper durch Essigsäure in Acidalbumine umgewandelt werden und diese durch Kochsalz und Essigsäure ausgefällt werden. Auch Albumosen werden in der Kälte gefällt, lösen sich aber beim Erwärmen (Unterschied von Eiweiss). Mucin wird durch Kochsalz in Lösung gehalten. Harzsäuren werden bei dieser Probe auch ausgefällt und werden ebenso wie bei der vorigen Probe durch Zusatz von Alkohol nach dem Erkalten aufgelöst.

Diese Probe ist etwas empfindlicher als die gewöhnliche Kochprobe mit Salpetersäure und hat ausserdem den Vortheil, dass die Farbe des Urins bei ihr unverändert bleibt, und daher wird die geringste Trübung sichtbar, besonders wenn man zum Vergleich den ungekochten und mit denselben Reagentien versetzten Urin nimmt. Für die Praxis ist sie besonders zu empfehlen, weil sie im Nothfall auch ohne chemisches Besteck mit gewöhnlichem Essig und Küchensalz in einem eisernen Löffel ausgeführt werden kann.

4. Probe mit Ferrocyankali und Essigsäure.

5—10 Ccm. Harn werden mit Essigsäure stark sauer gemacht (3—5 Tropfen) und mit 2—5 Tropfen einer 10%igen Ferrocyankaliumlösung versetzt. Ist Eiweiss vorhanden, so entsteht eine Trübung oder flockiger Niederschlag. Bei sehr geringem Eiweissgehalt entsteht eine Trübung erst nach einigen Minuten. Tritt Trübung oder Niederschlag nach Zusatz von Essigsäure allein ein (Mucin, Urate), so filtrirt man die Probe ab und fügt zum Filtrate tropfenweise die Ferrocyankaliumlösung zu. Ein Ueberschuss des Reagens muss vermieden werden, weil derselbe auf das Eiweiss lösend wirkt. Sehr concentrirte Urine müssen bei negativem Ausfall der Probe mit dem gleichen Volumen Wasser verdünnt werden, weil der Niederschlag in starken Salzlösungen etwas löslich ist.

Albumosen werden bei dieser Probe auch ausgefällt, lösen sich aber beim Erwärmen auf.

Harzsäuren verhalten sich ebenso wie bei der vorstehenden Probe.

Diese Probe ist auch sehr empfindlich, sie giebt noch ein positives Resultat bei einem Eiweissgehalt von 0,02‰. Ihr Nachtheil besteht ebenso wie bei der Kochprobe mit Salpetersäure darin, dass der Urin sich nicht selten stark verfärbt, wodurch geringe Trübungen schwer wahrnehmbar werden. Eine starke Gelb- resp. Braunfärbung entsteht nämlich oft durch die Anwesenheit von Nitriten, welche sich aus den Nitraten beim längeren Stehen des Harns durch Reduction bilden, weil dabei das Ferrocyankalium (gelbes Blutlaugensalz) zu rothem Blutlaugensalz oxydirt wird. Diese Probe kann auch als Ringprobe ausgeführt werden, indem man einige Cubikcentimeter verdünnter Essigsäure mit wenigen Tropfen Ferrocyankalilösung versetzt und diese Mischung vorsichtig auf den Harn schichtet.

Selbst bei geringsten Spuren Eiweiss entsteht eine ringförmige Trübung.

5. Probe mit Sulfosalicylsäure (Salicylsulfonsäure).

5—10 Ccm. des filtrirten Urin versetzt man mit 5—10 Tropfen einer 20%igen Sulfosalicylsäurelösung. Bei geringen Eiweissmengen entsteht eine Opalescenz, bei grösseren eine deutliche Trübung oder ein weisslicher flockiger Niederschlag. Der Urin muss stets sauer reagiren; alkalische oder amphotere Harne werden mit Essigsäure leicht angesäuert. Harnsäure, harnsaure Salze und Mucin werden bei dieser Probe nicht ausgefällt.

Albumosen (ausser Deuteroalbumosen) werden gefällt, lösen sich aber beim Erhitzen vollkommen auf, während der Eiweissniederschlag dabei unverändert bleibt.

Harzsäuren verhalten sich bei dieser Probe ebenso wie bei den vorigen. Die Farbe des Urins bleibt meist unverändert.

Die Probe ist sehr empfindlich. Eiweissmengen von 0,015‰ geben noch ein positives Resultat. Um eine geringe Opalescenz feststellen zu können, betrachtet man die Probe im durchfallenden Lichte auf schwarzem Untergrunde und vergleicht sie unter denselben Bedin-

gungen mit einem Reagensglas, welches eine gleiche Menge des klaren filtrirten Harns enthält.

Auf Grund zahlreicher Harnuntersuchungen kann ich diese Probe als die zuverlässigste und empfindlichste empfehlen.

6. Probe nach Spiegler und Modification derselben nach Jolles.

Spiegler's Reagens besteht aus:

Sublimat	8,0
Acidi tartarici . . .	4,0
Glycerin	20,0
Aquae dest.	200,0

Der mit Essigsäure stark angesäuerte Urin wird mit dem Reagens unterschichtet und es bildet sich bei Eiweissgehalt ein weisslicher Ring. Die Probe ist sehr empfindlich und zeigt sogar Mengen von 0,002‰, giebt aber leider nicht immer eindeutige Resultate, da die Empfindlichkeit der Reaction von der Menge der im Harne enthaltenen Chloride sehr abhängig ist. Bei geringem Kochsalzgehalt ist die Probe weniger empfindlich. Um diesen Uebelstand zu beseitigen, wurde von *Jolles* folgendes Reagensgemisch vorgeschlagen:

Sublimati	10,0
Ac. succinici	20,0
Natri chlorati . . .	10,0
Aquae destill. . . .	500,0

Mit diesem Reagens wird die Reaction in folgender Weise ausgeführt: 5 Ccm. Harn werden mit 1 Ccm. 30%iger Essigsäure und 4 Ccm. des Reagens geschüttelt, daneben dieselbe Menge Harn mit 1 Ccm. Essigsäure und 4 Ccm. Wasser. In der zweiten Probe wird Mucin ausgefällt und der Vergleich mit der ersten zeigt die eventuelle Anwesenheit von Eiweiss.

Die Probe muss genau nach Vorschrift ausgeführt werden, weil bei zu geringem Gehalt an Essigsäure Quecksilberverbindungen (Mercurphosphat, Mercurammonium) ausfallen können. Jodhaltige Harne geben bei dieser Probe einen Niederschlag von Quecksilberjodid. Derselbe löst sich in Alkohol (im Gegensatze zu Eiweiss).

Zur qualitativen Eiweissuntersuchung am Krankenbette sind mehrere Proben, welche mit leicht transportablen Reagentien (in festem Zustande) und ohne Kochen ausgeführt werden, vorgeschlagen. Diese Reagenstabletten und Reagenspapiere sind zwar sehr bequem zu handhaben, geben aber sehr oft zu groben Täuschungen Veranlassung und können daher hier nicht empfohlen werden. Es ist zu bemerken, dass es bei der qualitativen Untersuchung des Harns auf Eiweiss immer rathsam ist, sich nicht blos auf eine der vorausgegangenen Proben zu beschränken, sondern mindestens zwei von ihnen auszuführen. Wir verfahren gewöhnlich dabei folgenderweise: Als vorläufige orientirende Probe benutzen wir die *Heller*'sche Schichtprobe. Ergiebt dieselbe ein

deutlich positives Resultat, d. h. entsteht sofort ein typischer Eiweissring, so enthält der Urin grössere Eiweissmengen und der Eiweissgehalt wird mit einer der Kochproben oder der Sulfosalicylsäureprobe bestätigt. Entsteht der Ring erst nach einigen Minuten, so handelt es sich um Spuren von Eiweiss, welche durch die Sulfosalicylsäureprobe oder Kochprobe mit Kochsalz und Essigsäure controlirt werden. Ist bei der *Heller*'schen Probe überhaupt kein Ring entstanden, so kann der Harn entweder vollkommen eiweissfrei sein oder nur ganz geringe Spuren Eiweiss enthalten. Als Controlproben müssen hier die empfindlichsten Reactionen — die Probe nach *Jolles* oder Sulfosalicylsäureprobe — ausgeführt werden.

Wir empfehlen die Sulfosalicylsäureprobe stets zu erhitzen, damit keine Verwechslungen mit Albumosen stattfinden.

C. Albumosen und Pepton.

Die Arbeiten von *Stadelmann* und dessen Schülern haben festgestellt, dass echte Peptone im Sinne *Kühne's* im Harne bisher mit Sicherheit noch nicht nachgewiesen sind.* In allen früher unter „Peptonurie“ zusammengefassten Fällen handelt es sich höchst wahrscheinlich um Ausscheidung von Albumosen. Letztere finden sich im Harn meist bei solchen krankhaften Zuständen, bei welchen ein rascher Zerfall des normalen oder pathologischen Gewebes stattfindet, bei umfangreichen zellenreichen Exsudaten und Abscessen und bei fieberhaften Krankheiten verschiedener Art. Bei Beimischungen von Sperma sind im Harne auch Spuren von Albumosen nachweisbar, weil dieses Secret Albumosen enthält.

Die im Harne vorkommenden Albumosen bestehen gewöhnlich aus einem Gemisch von Deutero- und Proto-Albumosen. Eine eigenartige Albumose — eine Art von Heteroalbumose —, die sogenannte *Bence-Jones*'sche Albumose, findet sich bei multiplem Myelom. Geringe Mengen von Albumosen lassen sich im Harn direct mit Sicherheit nicht nachweisen. Sie müssen erst durch Fällung aus grösseren Harnmengen isolirt werden. Bei albumosenreichen (und eiweissfreien) Harnen zeigt schon der abnorme Verlauf der gewöhnlichen Eiweissproben die Anwesenheit von Albumosen an:

1. Bei den Kochproben wird der beim Erhitzen klar gewesene Urin nach Erkalten trübe oder giebt einen flockigen Niederschlag.

2. Bei der Sulfosalicylsäureprobe und Probe mit Ferrocyankali verschwindet die Trübung respective der Niederschlag beim Erhitzen und entsteht wieder beim Erkalten. Bei gleichzeitiger Anwesenheit von Eiweiss ist die Aufhellung beim Erhitzen keine vollkommene und muss in solchen Fällen der Harn zuerst enteiweisst werden (s. u.). Zum sicheren Nachweis der Albumosen im Harn bedient man sich folgender von *Salkowski* angegebenen Methode:

50 Ccm. enteiweissten Harns werden mit 5 Ccm. Salzsäure in einem Becherglase versetzt, mit Phosphorwolframsäure vollkommen ausgefällt, dann auf dem Drahtnetz erwärmt. In wenigen Augenblicken

* *Ito* und *Kostasky* sollen in der letzten Zeit Pepton *Kühne* im Urin nachgewiesen haben. Der Befund ist aber von anderen Autoren noch nicht bestätigt.

zieht sich der Niederschlag zu einer am Boden des Gefässes haftenden harzartigen Masse zusammen. Man giesst die überstehende, fast klar gewordene Flüssigkeit möglichst vollständig ab und spült vorsichtig die harzige Masse zweimal mit destillirtem Wasser ab. Man übergiesst alsdann den Niederschlag wieder mit einigen Cubikcentimetern Wasser und löst ihn durch Zusatz von Natronlauge auf. Die tiefblau gewordene Lösung wird auf dem Drahtnetz erwärmt, bis sie sich wieder entfärbt. Mit der abgekühlten Lösung wird die Biuretreaction ausgeführt. Es entsteht eine röthlich-violette oder rosarothe Färbung an der Berührungsstelle der stark verdünnten Kupfersulfatlösung und der zu untersuchenden Flüssigkeit (über die Ausführung der Biuretreaction cfr. Allgemeine Eiweissreactionen).

Da Urobilin ebenfalls die Biuretprobe giebt und mit Phosphorwolframsäure ausgefällt wird, so ist für stark urobilinhaltige Harne das Verfahren von *Salkowski* folgenderweise durch *v. Aldor* modificirt:

10 Ccm. Harn werden mit einigen Tropfen Salzsäure angesäuert, mit Phosphorwolframsäure ausgefällt und centrifugirt, die über dem Niederschlag stehende Flüssigkeit abgegossen, der Niederschlag mit absolutem Alkohol gut gemischt und nochmals centrifugirt. Das Auswaschen mit Alkohol wird so oft wiederholt, bis der Alkohol vollkommmen farblos bleibt. Mit dem Niederschlag wird dann weiter wie bei der *Salkowski*'schen Probe verfahren (Auflösen in Natronlauge, Erwärmen, Biuretreaction). Steht eine Centrifuge nicht zur Verfügung, so kann man die Behandlung mit Alkohol auf dem Filter ausführen.

Nach *Ivar Bang* werden Albumosen folgenderweise nachgewiesen:

10 Ccm. Urin werden mit Ammonsulfat heiss gesättigt. Es genügen dazu in den meisten Fällen 8—10 Grm. Ammonsulfat. Nach vollendeter Lösung lässt man einmal aufkochen. Ein längeres Kochen muss vermieden werden, weil sonst künstliche Albumosen gebildet werden. Der durch Ammonsulfat bewirkte Niederschlag kann ausser den Albumosen Eiweiss, Urobilin neben etwas Harnsäure und Harnsalzen enthalten. Man centrifugirt die heisse Flüssigkeit 1—2 Minuten. Nach dem Abgiessen der Salzlösung wird der Bodensatz aus dem Centrifugirglas in einem Mörser mit einer geringen Menge 96%igen Alkohols verrieben, wobei Urobilin in die alkoholische Lösung übergeht. Der Alkohol wird abgegossen oder abpipettirt und der Rückstand in destillirtem Wasser (etwa 15 Ccm.) gelöst; die Lösung wird aufgekocht und abfiltrirt. Auf dem Filter bleiben Eiweiss, harnsaure und ungelöste Salze; das Filtrat enthält die Albumosen, welche mit der Biuretreaction nachgewiesen werden.

D. Methoden der Enteiweissung des Harns.

1. Man versetzt den Harn mit Natriumacetat und soviel Eisenchlorid bis die Flüssigkeit eine blutrothe Färbung erhält. Ist die Flüssigkeit stark sauer, so wird verdünnte Natronlauge bis zur neutralen oder schwachsauren Reaction zugesetzt; alsdann erhitzt man die Flüssigkeit bis zum Sieden, wobei dass Eiweiss sich grossflockig ausscheidet. Das Filtrat darf mit Essigsäure und Ferrocyankalium weder Trübung noch starke Blaufärbung geben (geringe Blaufärbung ist ohne Bedeutung).

2. Der saure Urin (neutrale und alkalische Urine müssen mit Essigsäure ganz schwach angesäuert werden) wird bis zum beginnenden Sieden erhitzt. Scheidet sich dabei dass Eiweiss nicht in grossen Flocken ab, sondern es entsteht nur eine Trübung, so fügt man vorsichtig einige Tropfen Essigsäure zu und erhitzt noch eine ganz kurze Zeit. Ist durch diese Manipulation wieder keine grossflockige Eiweissausscheidung erreicht, so giebt man einige Cubikcentimeter gesättigter Kochsalzlösung zu und erhitzt wieder bis zum Sieden. Das Gelingen der Eiweisscoagulation ist in erster Linie von der Menge der zugesetzten Essigsäure abhängig und daher muss dieselbe mit grosser Vorsicht zugegeben werden. Ein Ueberschuss wirkt ebenso schädigend auf die Coagulation wie ein ungenügender Zusatz. Das Filtrat muss klar sein und mit Sulfosalicylsäure oder Ferrocyankalium keine Trübung geben.

E. Mucin (Harnmucoid), mucinähnliche Substanz, Nucleoalbumin.

Die Mucinsubstanz des Harns (Harnmucoid) findet sich in denselben in aufgequollenem Zustande und scheidet sich beim Stehen allmählich aus, wobei sich die sogenannte „Nubecula" bildet. Das Mucoid bildet fast den einzigen eiweissartigen Bestandtheil der Nubecula und stammt hauptsächlich aus der Schleimhaut der ableitenden Harnwege. Durch Filtriren des abgesetzten Urins wird derselbe von dem Mucoid befreit.

Die Substanz, welche man gewöhnlich als „mucinähnliche" bezeichnet, ist nach ihrer chemischen Beschaffenheit kein Mucin. Nach *Mörner* entsteht diese Substanz bei Zusatz von Essigsäure aus Albumin, welches durch gewisse im Harn in geringer Menge vorkommende Säuren (Chondroitinschwefelsäure, Nucleinsäure und Taurocholsäure) niedergeschlagen wird, wobei Verbindungen dieser Säuren mit Albumin sich bilden, d. h. Nucleoalbumine, so dass die mucinähnliche Substanz als ein Nucleoalbumin angesehen werden muss.

Da ganz geringe Spuren von Albumin und geringe Mengen der genannten Säuren im normalen Urin vorkommen, so findet man die mucinähnliche Substanz in Spuren fast in jedem Urin. Ist der Albumingehalt vermehrt, so kann auch die Menge dieser Substanz vermehrt sein. Eine besondere klinische Bedeutung ist für diese Substanz bis jetzt noch nicht festgestellt. Ihr Nachweis im Urin kommt insofern in Betracht, als diese Substanz das echte Harneiweiss vortäuschen kann. Sie unterscheidet sich vom Eiweiss durch folgende Reactionen:

1. Man verdünnt den Harn 2—3mal mit Wasser und giebt Essigsäure im Ueberschuss zu (ohne zu erwärmen). Entsteht eine Trübung, so ist die mucinähnliche Substanz vorhanden (die Verdünnung des Harns vor dem Zusatz der Essigsäure verhütet eine Verwechslung mit Uraten und beschränkt die lösende Wirkung der Harnsalze auf diese Substanz).

2. Bei der *Heller*'schen Schichtprobe entsteht eine ringförmige Trübung nicht an der Berührungsstelle der Flüssigkeiten, sondern 0,5—1 Cm. oberhalb derselben. Eine ähnliche Trübung kann in harnsäurereichen Harnen durch Ausscheidung der Harnsäure entstehen. Dieser Ring bleibt aber nach dem Verdünnen des Harns mit 2—3 Volumen Wasser aus, während die Trübung, welche von der mucinähnlichen Substanz herrührt, im verdünnten Harn bisweilen noch deutlicher hervortritt als im unverdünnten.

3. Schüttelt man den mit Essigsäure stark angesäuerten Harn mit Aether oder Chloroform, so bildet sich an der Grenzschicht beider Flüssigkeiten ein Häutchen oder sulziger Niederschlag der mucinähnlichen Substanz.

F. Fibrin (Faserstoff).

Das Fibrin wird entweder schon in geronnenem Zustande mit dem Harn entleert oder scheidet sich erst beim Stehen des Urins aus und bildet einen flockigen Niederschlag. Es ist unlöslich in Wasser, Salzlösungen, sowie in der Kälte, in verdünnten Säuren und Alkalien. Durch Alkalien wird das Fibrin in der Kälte in eine gallertige Masse verwandelt, welche bei längerem Erwärmen sich allmählich auflöst, ebenso löst es sich beim Kochen mit Säuren.

Zum Nachweis des Fibrins im Harn sammelt man die verdächtigen Gerinnsel auf einem Filter und wäscht sie so lange mit einer 5%igen Kochsalzlösung, bis das Waschwasser keine Eiweissreaction mehr giebt. Alsdann wird der Rückstand mit einer 1%igen Sodalösung oder 0,5%igen Salzsäure in der Wärme digerirt und aufgelöst. Die Lösung muss die charakteristischen Eiweissreactionen geben. Am leichtesten wird Fibrin durch sein charakteristisches Aussehen bei der mikroskopischen Untersuchung des centrifugirten Harns erkannt.

2. Kohlenhydrate des Harns.

Der normale Harn enthält gewöhnlich nur ganz geringe Mengen von Kohlenhydraten u. zw. finden sich thierisches Gummi und ganz geringe Spuren Traubenzucker, welche mit den üblichen Reactionen nicht nachweisbar sind.

Unter abnormen und pathologischen Verhältnissen können ausser Traubenzucker noch folgende Zuckerarten gefunden werden: Milchzucker, Maltose, Inosit, Pentosen. Bei der klinischen Harnuntersuchung kommt aber hauptsächlich der Nachweis des Traubenzuckers in Betracht.

A. Traubenzucker $C_6H_{12}O_6$ (Glykose, Dextrose, Harnzucker).

Der Nachweis des Traubenzuckers im Harn beruht hauptsächlich auf folgenden Eigenschaften:

1. Er ist leicht löslich in kaltem und heissem Wasser, weniger in Alkohol, unlöslich in Aether.

2. In alkalischer Lösung ist der Traubenzucker geneigt, Sauerstoff aufzunehmen, und wirkt daher als kräftiges Reductionsmittel. Metallische Oxyde werden dabei zu Oxydul oder reinem Metall reducirt.

3. Versetzt man eine Traubenzuckerlösung mit Hefe, so tritt alsbald alkoholische Gährung ein, durch welche der Traubenzucker hauptsächlich in Alkohol und Kohlensäure zerlegt wird: $C_6H_{12}O_6 = 2\,C_2H_6O + 2CO_2$. Es entstehen daneben noch Glycerin und Bernsteinsäure.

4. Mit Phenylhydrazin bei Gegenwart von Natriumacetat bildet Traubenzucker eine krystallinische Verbindung: Phenylglucosazon, $C_6H_{12}O_6 + 2\,NH_2NH \,.\, C_6H_5 = C_6H_{10}O_4 : (N - NHC_6H_5)_2 + 2\,H_2O + H_2$.

5. Seine wässerige Lösung dreht die Ebene des polarisirten Lichtes nach rechts, und zwar beträgt die specifische Drehung + 52,5°. Frisch bereitete Lösungen zeigen Birotation, d. h. doppelte Drehung, welche beim Erwärmen oder längeren Stehen aufgehoben wird.

6. Beim Erwärmen der Traubenzuckerlösungen mit Kali- oder Natronlange tritt eine Zersetzung des Zuckers ein, wobei die Lösung sich braun färbt.

I. Zuckerreactionen, welche auf den reducirenden Eigenschaften des Traubenzuckers beruhen.

a) Die *Nylander*'sche Probe.

Eine farblose alkalische Lösung von Wismuthoxyd färbt sich beim Erwärmen mit Traubenzucker schwarz, weil das Wismuthoxyd in Wismuthoxydul oder metallisches Wismuth umgewandelt wird. Das *Nylander*sche Reagens hat folgende Zusammensetzung:

Bismuthi subnitrici . . .	2,0
Sal Seignetti	4,0
Natrii caustici.	10,0
Aquae destill.	100,0

Bei der Bereitung des Reagens verreibt man zuerst das Bismuthnitrat mit dem Seignettesalz, dann löst man das Gemisch bei gelinder Wärme in der vorher dargestellten 10%igen Natronlauge. Aus der Natronlauge und Bismuthnitrat bildet sich hierbei Wismuthhydroxyd $Bi(OH)_3$, welches durch das Seignettesalz in Lösung erhalten wird. Ist die Lösung nach dem Erkalten nicht vollkommen klar, so muss durch Glaswolle abfiltrirt werden. In einer dunklen Flasche aufbewahrt, hält sich die Lösung sehr lange.

Ausführung der Probe. 5—10 Ccm. Harn werden mit 15—20 Tropfen (ein Ueberschuss schadet nicht) des Reagens versetzt und 2 Minuten (nicht weniger) gekocht. Es bildet sich in jedem Urin zunächst ein weisslicher flockiger Niederschlag aus Phosphaten, welcher bei zuckerfreien Harnen unverändert bleibt. In zuckerhaltigen Urinen färbt sich zuerst der Niederschlag und dann die ganze Flüssigkeit gelbbraun und zuletzt schwarz. Bei geringen Zuckermengen (unter 0,1%) ist eine deutliche schwarze Färbung des Niederschlags während des Kochens nicht wahrnehmbar; die Färbung tritt erst deutlich hervor, nachdem der Niederschlag sich zu Boden gesenkt hat. In solchen Fällen ist die Flüssigkeit nur dunkelgelb oder dunkelbraun gefärbt. Das Kochen der Probe muss mit gewisser Vorsicht ausgeführt werden, damit das Sieden ruhig ohne starkes Aufstossen geschieht. Man nimmt daher gleich nach dem ersten Aufwallen das Reagensglas aus dem oberen heissen Theile der Flamme und hält es während des weiteren Kochens nur nahe dem kälteren unteren Theile. Die *Nylander*'sche Probe ist sehr empfindlich, darum kann man bei negativem Ausfall dieser Probe mit Sicherheit behaupten, dass der betreffende Harn vollkommen zuckerfrei ist.

Das positive Resultat dagegen bedeutet nicht immer das Vorhandensein von Traubenzucker, weil andere im Harn vorkommende Substanzen denselben vortäuschen können. Die wichtigsten von diesen Substanzen sind folgende:

Eiweiss. Bei Eiweissgehalten bis zu 2,0‰ entsteht eine rothbraune Färbung, bei grösseren Eiweissmengen eine schwarzbraune, welche zu einer Verwechslung mit durch Zucker reducirtem Wismuth

Veranlassung geben kann. Die schwarze Färbung wird in eiweisshaltigem Harn durch Zersetzung des Eiweisses und Bildung von Schwefelwismuth bedingt. Man thut darum gut, wenn man von so stark eiweisshaltigem Harn das Eiweiss nach einer der vorher angegebenen Methoden vor der Ausführung der Probe abscheidet. Es giebt auch Fälle, wo trotz Zuckergegenwart gar keine Reduction eintritt, weil das ganze Reagens an das Eiweiss gebunden wird. Das passirt aber nicht, wenn man mit dem Reagens nicht zu sparsam ist und lieber dasselbe im Ueberschuss zusetzt.

Chrysophansäure, welche nach Gebrauch von Rheum- oder Senna-Präparaten durch den Harn ausgeschieden wird, verursacht ebenfalls eine Reduction bei der *Nylander*'schen Probe. Ihre Gegenwart verräth sich durch eine röthliche Färbung des Harns schon bei Zusatz des Reagens. Diese Färbung entsteht ebenfalls bei Zusatz von Natronlauge und verschwindet vollkommen bei Hinzufügung von Essigsäure (Unterschied von Hämoglobin).

Salol, Antipyrin, Mentol, Terpentinöl scheiden sich nach innerem Gebrauch im Harn als Glykuronsäureverbindungen aus und verursachen ebenfalls eine schwache Reduction bei der *Nylander*'schen Probe. Bei stark ausgesprochener Zersetzung des Harns durch Gährung, wobei sehr viel Ammoniumcarbonat vorhanden ist, kann die Reaction bei Gegenwart von Zucker negativ ausfallen, weil die Natronlauge des Reagens sich mit Ammoniumcarbonat zu Natriumcarbonat und Ammoniak umsetzt und letzteres beim Kochen entweicht, so dass die zur Reduction nothwendige starke Alkalescenz fehlt.

b) Die *Trommer*'sche Probe.

Die Probe beruht auf folgenden Thatsachen:

Setzt man zu einer Natronlaugenlösung Kupfersulfat zu, so bildet sich ein in Natronlauge unlöslicher Niederschlag von Kupferhydroxyd $2\,NaOH + CuSO_4 = Na_2SO_4 + Cu(OH)_2$. Dieser Niederschlag ist aber in weinsauren Salzen, Ammoniak, Eiweiss, Harnsäure, Kreatinin und Traubenzucker löslich. Der normale Harn enthält einige von diesen Kupferhydroxyd lösenden Substanzen in geringer Menge.

Erwärmt man nun eine alkalische blaue Kupferhydroxydlösung, so bleibt dieselbe unverändert, wenn die Flüssigkeit keine reducirenden Substanzen enthält.

Sind aber solche Substanzen vorhanden, so bildet sich aus dem Kupferhydroxyd Kupferoxydul, die Flüssigkeit verliert dabei ihre blaue Farbe, sie wird gelb oder farblos und es entsteht ein gelber oder rother Niederschlag. Der gelbe Niederschlag besteht aus Kupferhydroxydul, der rothe aus reinem wasserfreien Kupferoxydul.

Ausführung. Man versetzt in einem Reagensglase 5—8 Ccm. Harn mit etwa $^1/_4$ seines Volumen Kali- oder Natronlauge (10%) und fügt tropfenweise unter kräftigem Schütteln eine 10%ige Lösung von Kupfersulfat so lange hinzu, bis eine ganz geringe Menge des sich dabei bildenden Kupferhydroxyds ungelöst bleibt. Jetzt erhitzt man die Mischung, am besten an der Oberfläche der Flüssigkeit, bis zum beginnenden Sieden. Ist Zucker vorhanden, so bildet sich zuerst an der erwärmten Stelle eine gelbe Trübung, welche ohne weiteres Erwärmen

sich bald über die ganze Flüssigkeit verbreitet, und es setzt sich ein gelber oder rother feinkörniger Niederschlag ab.

In dieser Weise verläuft die Reaction aber nur im ausgesprochen diabetischen Harn.

Bei geringem Zuckergehalt (unter 0,5%) färbt sich zwar die Flüssigkeit gelb, aber es entsteht oft keine Ausscheidung des Kupferoxyduls. Andererseits kann eine Gelbfärbung der Flüssigkeit und sogar (nach dem Erkaltem) eine nachträgliche Ausscheidung des Kupferoxydulniederschlages in vollkommen zuckerfreien concentrirten Harnen entstehen. Dieses atypische Verhalten des Urins bei der *Trommer*'schen Probe ist dadurch bedingt, dass

a) der Urin Substanzen enthält, welche Kupferoxydul in Lösung erhalten (Harnsäure, Kreatinin, Ammoniaksalze),

b) der normale Urin Substanzen enthält, welche Kupferoxyd reduciren (Harnsäure, Glykuronsäure, Kohlenhydrate u. a.).

Das Lösungsvermögen des normalen Harns für Kupferoxydul ist so gross, dass, wenn man einen normalen Harn mit Traubenzucker bis zum Zuckergehalt von 0,5% versetzt und dann die *Trommer*'sche Probe ausführt, oft keine Ausscheidung von Kupferoxydul eintritt.

Im diabetischen Harn kann die Kupferoxydulausscheidung bei geringerem Zuckergehalt eintreten, weil die kupferoxydullösenden Substanzen in demselben durch die in der Regel bestehende Polyurie relativ vermindert sind.

Jedenfalls lässt die *Trommer*'sche Probe den Untersuchenden oft über das Vorhandensein von Zucker im Urin in Ungewissheit, und daher muss man diese Probe als eine unsichere und ungenaue ansehen. Sie hat für den Praktiker insofern einen Werth, als sie bei ausgesprochenen Fällen die Menge des Zuckers nach dem Volumen des ausgeschiedenen Kupferoxyduls zu beurtheilen gestattet. Zum genaueren qualitativen Nachweis von Zucker soll man die *Trommer*'sche Probe nur in einer von den zwei folgenden verbesserten Formen in Anwendung bringen.

c) Probe nach *Fehling*.

Nothwendige Reagentien:

1. 7%ige Lösung von Kupersulfat (*Fehling* Nr. 1)
2. Natriumhydrat 10,0
   Weinsaures Kali-Natron (Seignettesalz) . 35,0 (*Fehling* Nr. 2)
   Aqu. dest. 100,0

Ausführung. Man bringt je 1 Ccm. beider Lösungen in ein Reagensglas, schüttelt die Mischung um, verdünnt mit einer dreifachen Menge Wassers und erhitzt bis zum Sieden. Die heisse Flüssigkeit versetzt man alsdann mit 3—5 Tropfen des zu untersuchenden Harns und erhitzt wiederum bis zum Sieden. Ist kein Zucker vorhanden, so behält die Flüssigkeit ihre blaue Farbe. Bei reichlichem Zuckergehalt entsteht schon sofort nach der Zugabe des Harns eine gelbe oder gelbrothe Färbung der Flüssigkeit und Ausscheidung eines reichlichen feinkörnigen Niederschlages von Kupferoxydul. Bei geringerem Zuckergehalt treten die Veränderung der Farbe und die Ausscheidung des Kupferoxyduls erst bei der nochmaligen Erwärmung ein.

Die kupferoxydullösenden und reducirenden Eigenschaften des normalen Harns werden bei dieser Probe dadurch beseitigt, dass die zur Ausführung der Reaction nothwendige Harnmenge sehr gering ist und deshalb sind die genannten Eigenschaften des Harns ad minimum reducirt. Durch die Anwesenheit des weinsauren Kali-Natrons im Reagens wird die Ausscheidung von Kupferhydroxyd, welches beim Kochen schwarzes Kupferoxyd bildet und bei der *Trommer*'schen Probe oft die Reaction undeutlich macht, vollkommen vermieden, weil das Seignettesalz das Kupferoxydhydrat in Lösung erhält.

d) Probe nach *Worm-Müller.*

Bei dieser Modification der *Trommer*'schen Probe werden dieselben Lösungen wie bei der *Fehling*'schen Probe benutzt. Die Mischung und Verdünnung der Lösungen geschieht in derselben Weise wie bei der vorausgehenden Probe. Alsdann erhitzt man gleichzeitig mit der Reagentienlösung in einem anderen Reagensglas 5 Ccm. Harn. Das Kochen wird in beiden Flüssigkeiten gleichzeitig unterbrochen und nach 20 bis 25 Secunden werden beide Flüssigkeiten zusammengegossen und ohne zu schütteln stehen gelassen. Eine rasch eintretende gelbe oder gelblichrothe Trübung oder Fällung von Kupferoxydul deutet auf Zuckergehalt. Die Einwirkung der reducirenden Substanzen des Harns wird bei dieser Modification dadurch beseitigt, dass die Reaction hier bei einer Temperatur unter dem Siedepunkt (70—80°) geschieht. Der Traubenzucker reducirt bei dieser Temperatur noch sehr rasch, die übrigen Stoffe des normalen Harns aber nicht mehr. Diese Probe ist viel empfindlicher als die *Trommer*'sche. Sie erlaubt noch 0,05% Traubenzucker im Harn nachzuweisen.

Diese beiden Modificationen der *Trommer*'schen Probe sind zwar genauer und zuverlässiger als die letztere, dennoch kann man sie als stichhältig für den Nachweis des Zuckers im Harn nicht bezeichnen, und zwar deshalb, weil bei diesen Proben nur die Fehlerquellen, welche durch die normalen Bestandtheile des Urins bedingt werden, beseitigt sind, während die Reduction, welche nach Gebrauch von Arzneimitteln (Salicylpräparate, Chloralhydrat, Saccharin, Arbutin u. a.) eintritt, auch hier, besonders bei der *Worm-Müller*'schen Probe, nicht ausgeschlossen ist. Daher muss man in zweifelhaften Fällen die nachstehende Probe zum Nachweis des Zuckers im Harn anwenden.

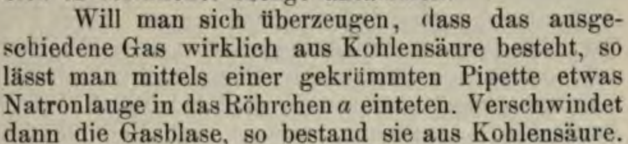
2. Gährungsprobe.

Man verreibt in einem Reagensglas ein erbsengrosses Stückchen frischer Presshefe, die vollkommen zuckerfrei sein muss, mit etwas Harn (1—2 Ccm.) und fügt diesem Hefebrei etwa 20—25 Ccm. Harn zu. Reagirt der Harn alkalisch, so wird er bis zur sauren Reaction mit Weinsäure versetzt. Mit diesem hefehaltigen, sauren Harn füllt man das nebenstehend abgebildete (Fig. 5) *Einhorn*'sche Gährungsröhrchen derart, dass das Röhrchen *a* mit der Flüssigkeit vollkommen gefüllt ist und keine Spur Luft enthält. Der Harn wird bis zur Hälfte der kugelförmigen Erweiterung *c* gefüllt und der Apparat an einen mässig erwärmten Ort (25—30° C.) gestellt. Der horizontale Theil des Apparates kann bei *b* sicherheitshalber durch einige Tropfen Quecksilber abge-

schlossen werden, was übrigens bei qualitativen Proben nicht nöthig ist. Bei Anwesenheit von Zucker wird sich schon im Verlaufe von einigen Stunden in dem oberen Theile des Röhrchens *a* Kohlensäure ansammeln, da der Traubenzucker bei der Gährung in Alkohol und Kohlensäure zerlegt wird. Ist Zucker nicht vorhanden, so wird keine Gasbildung stattfinden. Der Versuch ist als beendet erst nach 24 Stunden anzusehen. Da die käufliche Hefe nicht immer zuckerfrei und gährungsfähig ist, so müssen gleichzeitig zwei Controlproben angestellt werden: ein Gährungsröhrchen wird in der beschriebenen Weise mit durch Weinsäure angesäuertem Wasser und Hefe, das andere mit einer angesäuerten Traubenzuckerlösung (0,5%) und Hefe gefüllt. Die Brauchbarkeit der Hefe ist erwiesen, wenn im ersten Controlgährungsröhrchen sich kein Gas bildet, im zweiten aber Kohlensäure sich in reichlicher Menge ansammelt.

Fig. 5.





Will man sich überzeugen, dass das ausgeschiedene Gas wirklich aus Kohlensäure besteht, so lässt man mittels einer gekrümmten Pipette etwas Natronlauge in das Röhrchen *a* einteten. Verschwindet dann die Gasblase, so bestand sie aus Kohlensäure.

In Ermangelung des *Einhorn*'schen Apparates kann man sich leicht und in einfacher Weise ein Gährungsröhrchen herstellen. Man füllt ein gewöhnliches Reagenglas mit dem angesäuerten hefehaltigen Harn bis zum Rande und verschliesst dasselbe mit einem Kautschukstopfen, der mit einem engen U-förmigen Röhrchen versehen ist, derartig, dass keine Luftblasen im Glase vorhanden sind. Das Röhrchen stellt man mit der Mündung nach unten in ein Becherglas und lässt bei 25—30° C. gähren. Die Controlproben werden in derselben Weise angestellt.

Die Gährungsprobe ist die einzige absolut sichere und genaue Methode zum Nachweis von Zucker im Harn, da kein anderer normaler oder pathologischer Bestandtheil des Harns eine ähnliche Reaction giebt. Sie ist auch gleichzeitig genügend empfindlich: ein Zuckergehalt von 0,05% wird noch deutlich mittels dieser Probe nachgewiesen.

3. Die Phenylhydrazinproben.

1. Nach *Jaksch*. 30—50 Ccm. Harn werden mit 2 Grm. reinem salzsauren Phenylhydrazin und 4 Grm. essigsaurem Natron ½—1 Stunde lang in einem Becherglase in einem kochenden Wasserbade erwärmt. Bei Gegenwart von Zucker entsteht beim Erkalten der Flüssigkeit ein gelber krystallinischer Niederschlag. Bei der mikroskopischen Untersuchung desselben findet man zahlreiche charakteristische goldgelbe Nadeln, welche in stern- oder garbenförmigen Aggregaten angeordnet sind.

Da dieses Verfahren für den praktischen, alltäglichen Gebrauch zu umständlich und zeitraubend ist und ausserdem das Gelingen der

Probe von der Qualität des Phenylhydrazinpräparates abhängig ist, so wurde diese Probe von mir in folgender Weise vereinfacht:

2. 5 Tropfen reinen Phenylhydrazins (Phenylhydrazinum purum) werden in einem gewöhnlichen Reagensglas mit 10 Tropfen Essigsäure versetzt und die Mischung leicht umgeschüttelt. Darauf fügt man circa 1 Ccm. gesättigter Kochsalzlösung zu, wobei das Gemenge zu einem Brei erstarrt. Zu diesem Brei fügt man 3—5 Ccm. Harn und erhitzt vorsichtig auf der Flamme. Die Flüssigkeit muss wenigstens 2 Minuten im Sieden erhalten werden. Bei langsamem Abkühlen scheidet sich ein gelber Niederschlag ab, der aus den typischen Krystallen des Phenylglykosazons besteht. Die mehr oder minder schnelle Abscheidung des Niederschlages hängt von dem Zuckergehalte des Harns ab. Bei einem Zuckergehalte von mehr als 0.2% bildet sich der Niederschlag in einigen Minuten. Bei einem geringeren Gehalt aber muss man 5 Minuten bis eine halbe Stunde warten. Diese Probe ist sehr empfindlich und lässt einen Zuckergehalt von 0,03% noch erkennen. Ueber den praktischen Werth der Phenylhydrazinprobe sind die Ansichten bis jetzt getheilt; einerseits wird behauptet, dass auch normale Harne Bestandtheile enthalten, welche mit Phenylhydrazin Osazone bilden und ähnliche Krystalle liefern; anderseits wird diese Probe als zuverlässige und in zweifelhaften Fällen einen sicheren Anhaltspunkt gebende angesehen.

In der That sind im normalen Harn oft Substanzen vorhanden (Glykuronsäureverbindungen), welche bei dieser Probe ähnliche Krystalle bilden. Dieselben sind aber in sehr geringer Menge vorhanden und bei gewisser Uebung kann man sie leicht von den typischen Glykosazonkrystallen unterscheiden, weil sie plumper, dicker und nicht so typisch gelagert sind als die echten Krystalle. Ausser den Glykuronsäureverbindungen bilden auch die Pentosen Osazone. Bis jetzt sind aber in der gesammten Literatur nur fünf Fälle von echter Pentosurie beschrieben, so dass diese Kohlenhydrate bei der Beurtheilung der Phenylhydrazinprobe nicht schwer ins Gewicht fallen. Auf Grund meiner eigenen Erfahrung, welche sich auf mehrere Tausende von Harnuntersuchungen erstreckt (wobei das Resultat der Phenylhydrazinprobe stets mit der Gährungsprobe controlirt wurde), halte ich diese Probe für eine sehr empfindliche und zuverlässige und möchte ihre Ausführung besonders in zweifelhaften Fällen stets empfehlen.

Ueber den Nachweis des Zuckers im Polarisationsapparate siehe Abschnitt über quantitative Harnuntersuchungen.

B. Milchzucker, $C_{12}H_{22}O_{11}$ (Lactose).

Der Milchzucker findet sich in geringen Mengen (Maximum 1%) im Harn der Frauen bei Milchstauung. Er besitzt wie Traubenzucker die Eigenschaft, Metalloxyde in alkalischer Lösung zu reduciren, dreht auch die Polarisationsebene nach rechts. Mit Alkoholhefe unterliegt er aber der alkoholischen Gährung nicht. Beim Kochen mit verdünnten Säuren geht er in Traubenzucker und gährungsfähige Galactose über. Letztere giebt auch eine krystallinische Verbindung mit Phenylhydrazin) Galactosazon). Nach *Rubner* wird der Milchzucker im Harn mittels folgender Probe nachgewiesen. Man kocht 10 Ccm. Harn mit viel Bleizucker 3 bis

4 Minuten lang; die Flüssigkeit wird bei Anwesenheit von Milchzucker gelb bis bräunlich; fügt man der heissen Flüssigkeit darauf so lange Ammoniak zu, als sich der Niederschlag noch löst, so färbt sich die Flüssigkeit intensiv ziegelroth und setzt endlich einen schönen kirschrothen bis kupferfarbenen Niederschlag ab, während sich die überstehende Flüssigkeit entfärbt. Die Reaction ist nicht empfindlich, sie fällt deutlich aus nur bei Milchzuckergehalt von 0,3—0,5% und darüber. Wird auf den Nachweis von Milchzucker im Harn grosser Werth gelegt, so muss er aus grösseren Mengen Harn im reinen Zustande isolirt und geprüft werden.

C. Fruchtzucker, $C_6H_{12}O_6$ (Levulose).

Die Levulose kommt selten im Harn vor und grösstentheils als Begleiterin des Traubenzuckers. Sie unterscheidet sich vom Traubenzucker hauptsächlich dadurch, dass sie die Polarisationsebene nach links dreht. Ihr Verhalten gegen Metalloxyde, Hefe und Phenylhydrazin ist genau dasselbe wie das des Traubenzuckers. Zum Nachweis des Fruchtzuckers im Harn muss der Zuckergehalt desselben mit mindestens zwei Methoden bestimmt werden: durch Polarisation und Gährung oder durch Polarisation und Titration nach *Fehling*. Der Nachweis von Fruchtzucker ist dann erwiesen, wenn der Harn bedeutend schwächer rechts dreht, als seinem durch eine andere genaue quantitative Methode ermittelten Zuckergehalt entspricht; dabei muss aber auch nachgewiesen werden, dass andere linksdrehende Substanzen (Eiweiss, β-Oxybuttersäure etc.) im Harn nicht vorhanden sind.

Seliwanoff hat folgende Farbenreaction zum Nachweis von Fruchtzucker vorgeschlagen: Erwärmt man eine Levuloselösung mit Resorcin und Salzsäure, so erhält man einen Niederschlag, welcher sich in Alkohol mit einer rothen Farbe auflöst. Diese Reaction ist wenig nachgeprüft und daher nicht sicher.* Auch hier gelangt man nur durch die Reindarstellung zur vollen Gewissheit über die Art des vorliegenden Zuckers.

D. Pentosen, $C_5H_{10}O_5$ (Pentaglykosen).

Wie schon oben erwähnt, kommen Fälle von reiner Pentosurie äusserst selten vor und daher ist ihre klinische Bedeutung bis jetzt noch nicht festgestellt. Nach *Külz* und *Vogel* finden sich Pentosen im Harn von Diabetikern schwerer Form, sowie bei Pankreasdiabetes und Phlorizindiabetes der Thiere. Die in der neuesten Zeit veröffentlichten Fälle von Pentosurie bei Nichtdiabetikern geben keine sicheren Anhaltspunkte für die klinische Verwerthung dieser Stoffwechselanomalie.

Pentosen unterscheiden sich von anderen Zuckerarten dadurch, dass sie gährungsunfähig sind. Sie reduciren die *Fehling*'sche Lösung erst nach längerem Erhitzen und bei der *Nylander*'schen Reaction tritt nur eine sehr schwach ausgesprochene Reduction ein. Der Nachweis der Pentosen im Harn gelingt am besten durch die Orcinprobe, welche in nachstehender Weise ausgeführt werden muss. Man löst etwas Orcin in 5—8 Ccm. rauchender Salzsäure unter Er-

---

* Nach *Loew* giebt Pyrogallol eine ähnliche Reaction.

wärmen, so dass ein kleiner Ueberschuss ungelöst bleibt. Man versetzt alsdann die heisse Flüssigkeit mit 1—2 Ccm. Harn und erhitzt wieder bis zum Sieden. Sind Pentosen vorhanden, so färbt sich die Flüssigkeit grün. Man extrahirt den Farbstoff mit einer geringen Menge Amylalkohol und untersucht die gefärbte Lösung spectroskopisch. Die Orcinreaction ist nur dann als positiv anzusehen, wenn der Absorptionsstreifen zwischen C und D deutlich auftritt. Die Orcinprobe beruht auf der Bildung von Furfurol, das beim Kochen mit Orcin und Salzsäure einen grünen Farbstoff liefert.

Zur Beschleunigung der Furfurolbildung hat *Bial* vorgeschlagen, zum Gemisch von Orcin und Salzsäure eine bestimmte Menge Eisenchlorid zuzufügen. Die Reaction verläuft dabei bedeutend schneller. Da Glykuronsäureverbindungen bei längerem Kochen ebenfalls einen grünen Farbstoff bilden, so empfiehlt *Kraft* die *Bial*'sche Probe in folgender Weise auszuführen: Man koche das Reagens einmal kräftig auf, setze alsdann sofort den Harn hinzu und mische durch schwaches Schütteln beide Flüssigkeiten durcheinander. Bei dieser Art der Ausführung der Probe wird die Verwechslung mit Glykuronsäurenverbindungen vermieden. Das *Bial*'sche Reagens hat folgende Zusammensetzung:

Salzsäure Sp. G. 1,19 . . 500,0
Orcin 1,5
10% Eisenchloridlösung 25—30 Tropfen.

Bei dem Nachweis von Pentosen muss man das Filtriren der Flüssigkeit vermeiden, weil das Filtrirpapier pentosenbildende Substanzen enthält.

E. Glykuronsäure ($CHO(CHOH)_4COOH$).

Nach ihrer chemischen Beschaffenheit steht die Glykuronsäure den Kohlenhydraten sehr nahe. Sie wird als das erste Oxydationsproduct des Traubenzuckers betrachtet. Freie Glykuronsäure kommt im Harn nicht vor; sie scheidet sich gewöhnlich in der Form gepaarter Verbindungen mit Phenol, Scatoxyl, Indoxyl, Thymol u. s. w., sowohl in normalen, wie in pathologischen Harnen aus. Bei der klinischen Harnuntersuchung kommt sie insofern in Betracht, als sie mit dem Traubenzucker ähnliche Reaction giebt, was sehr oft zur Verwechslung mit demselben führen kann.

Die freie Glykuronsäure dreht die Ebene des polarisirten Lichtes nach rechts, die gepaarte Glykuronsäuren nach links. Die Anwesenheit der gepaarten Glykuronsäuren im normalen Harn verursacht höchst wahrscheinlich seine geringe Linksdrehung. Das kann dadurch erwiesen werden, dass nach Kochen mit verdünnter Säure (Schwefelsäure) der Harn Rechtsdrehung zeigt, weil durch Kochen mit Säuren die Glykuronsäure frei wird. Bei der *Fehling*'schen und *Nylander*'schen Reaction erhält man eine schwache Reduction. Mit Bleiessig werden die Glykuronsäureverbindungen ausgefällt (Unterschied von Traubenzucker).

Für den Nachweis der gepaarten Glykuronsäuren im Harn bilden die Reductionsfähigkeit und Linksdrehung des Harns nur Anhaltspunkte, aber keine sicheren Beweise. Zum sicheren Nachweis der gepaarten Glykuronsäuren muss man nach *Salkowski* und *Paul Mayer*

in folgender Weise verfahren: Zuerst wird die Phloroglucinprobe ausgeführt:

Man löst etwas Phloroglucin unter Erwärmen in 5—6 Ccm. rauchender Salzsäure, so dass ein kleiner Ueberschuss ungelöst bleibt, theilt die Flüssigkeit in zwei gleiche Portionen und setzt nach dem Erkalten der einen Hälfte $^1/_2$ Ccm. des zu prüfenden Harns der anderen, ebensoviel eines ungefähr gleich concentrirten normalen Harns zu. Taucht man beide Proben in ein Becherglas mit siedendem Wasser, so zeigt der glykuronsäurehaltige Harn bald eine intensiv rothe Färbung, welche sich von oben nach unten allmählich verbreitet. Der normale Harn verändert dabei seine Farbe nicht merklich oder nur unbedeutend. Da Pentosen auch diese Probe geben, so muss nachgewiesen werden, dass der native Harn bei der Orcinreaction sich negativ verhält; diese letztere Reaction muss aber im Harn, welcher gepaarte Glykuronsäuren enthält, nach Kochen mit Säure deutlich auftreten.

50 Ccm. Harn werden mit soviel concentrirter Schwefelsäure, dass die Flüssigkeit einer 1%igen Schwefelsäurelösung entspricht, in einer Porzellanschale auf freiem Feuer erhitzt. Ein Optimum in der Dauer der Erhitzung lässt sich nicht genau angeben. Meistens genügt es, den Harn 1—3 Minuten im Sieden zu erhalten. Man stellt dann direct mit der Lösung, ohne dieselbe zu filtriren, die Orcinprobe an. Tritt dieselbe noch nicht auf, so setzt man das Erhitzen noch 1—2 Minuten fort. Die Orcinprobe ist als positiv anzusehen, wenn ausser der charakteristischen Färbung der Flüssigkeit, auch der Absorptionsstreifen im Spectrum deutlich auftritt.

Im Anschluss an die Kohlenhydrate des Harns müssen hier noch kurz die sogenannten Alkaptonsäuren erwähnt werden. Nach ihrer chemischer Beschaffenheit haben sie zwar nichts mit den Kohlenhydraten zu thun, da sie aber ziemlich stark reducirende Eigenschaften besitzen, so können sie zur Verwechslung mit echten Kohlenhydraten Veranlassung geben. Diese Substanzen wurden im Harn in unreinem Zustande von *Baedecker* entdeckt. Weitere Untersuchungen ergaben, dass die von *Baedecker* als Alkapton bezeichnete Substanz aus zwei organischen Säuren besteht: aus der Uroleucinsäure und Homogentisinsäure.

Bei sogenannter „Alkaptonurie" erhält der Harn folgende Eigenschaften:

1. Er wird bei längerem Stehen an der Luft dunkel, bei Zusatz von Ammoniak, Natronlauge oder Natriumcarbonat bräunt er sich unter Aufnahme von Sauerstoff.

2. Er reducirt die *Fehling*'sche Lösung schon in der Kälte, besser beim Erwärmen. Bei der *Nylander*'scher Probe fehlt die Reduction oder sie ist sehr schwach ausgesprochen.

3. Er ist optisch inactiv.

4. Er gährt nicht mit Bierhefe.

5. Mit Eisenchlorid färbt er sich vorübergehend blau oder grün.

F. Uebersichtlicher Gang der Untersuchung des Harns auf Traubenzucker und Kohlenhydrate.

Man beginnt am zweckmässigsten die Untersuchung mit den Reductionsproben. Zunächst wird die *Nylander*'sche Probe ausgeführt: ergiebt sie (nach 2—3 Minuten langem Kochen und genügendem Zusatz des Reagens) ein vollkommen negatives Resultat (die Flüssigkeit behält ihre ursprüngliche Farbe und der Phosphatniederschlag ist weiss), so ist kein Zucker vorhanden. Zur Bestätigung des Befundes wird die *Fehling*'sche Probe ausgeführt.

Ergiebt die *Nylander*'sche Probe ein deutlich positives Resultat (die Flüssigkeit färbt sich kohlschwarz), so sind höchstwahrscheinlich grössere Mengen Traubenzucker vorhanden. Der Befund wird ebenfalls durch die *Fehling*'sche Probe controlirt, und wenn dieselbe auch deutlich ausgesprochen ist, so wird der Harn im Polarisationsapparate oder Gährungsröhrchen untersucht. Die beiden letzteren Methoden dienen gleichzeitig zur quantitativen Untersuchung. Ist die *Nylander*'sche Probe deutlich positiv ausgefallen, während die *Fehling*'sche sich negativ verhielt, so kann es sich um Eiweiss oder Chrysophansäure (nach Gebrauch von Rheum, Senna, Cascara Sagrada etc.) handeln. Es müssen dann specielle Reactionen zum Nachweis dieser Substanzen ausgeführt werden.

Ein umgekehrter Befund (*Nylander* negativ, *Fehling* positiv) kann durch Zusatz von Chloroform in grossen Mengen zum Harn (zur Conservirung) bedingt sein, weil ein Theil des Chloroforms sich dabei im Harn auflöst. Reducirt die *Fehling*'sche Lösung dabei schon in der Kälte, so kann es sich um Alkapton handeln.

Sind die beiden Reductionsproben schwach positiv ausgefallen, so kann es sich um Spuren Zucker, Pentosen, Glykuronsäureverbindungen, Arzneimittel und andere reducirende Substanzen handeln. Man stellt zunächst die Phenylhydrazinprobe an. Ist diese negativ ausgefallen, so handelt es sich um zufällige reducirende Substanzen oder Vermehrung der normalen (Harnsäure, Kreatinin u. s. w.).

Ergab die Phenylhydrazinprobe ein positives Resultat, so kann es sich um Traubenzucker, Milchzucker, Lävulose, Glykuronsäureverbindungen oder Pentosen handeln.

Für Traubenzucker spricht das positive Resultat der jetzt folgenden Gährungsprobe, für Glykuronsäureverbindungen das negative Resultat dieser Probe, eine Linksdrehung bei der Untersuchung im Polarisationsapparat, ein positives Resultat der Phloroglucinprobe und Orcinprobe, letzterer jedenfalls nach Kochen des Harns mit Schwefelsäure. Eine Rechtsdrehung bei negativem Ausfall der Gährungsproben macht die Anwesenheit von Milchzucker höchst wahrscheinlich. (Pentosen müssen ausgeschlossen werden.) Linksdrehung + positives Resultat der Gährungsprobe = Lävulose.

Bei Pentosurie wird der Harn nicht gähren und die Orcin- sowie Phloroglucinprobe werden im nativen Harn deutlich positiv ausfallen.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Eigenschaften der wichtigsten bei der Untersuchung des Harns auf Traubenzucker in Betracht kommenden Substanzen bezeichnet.

	Nylander	*Fehling*	Phenylhydrazin	Gährung	Polarisation	Specielle Reactionen
Traubenzucker . .	+	+	+	+	+ rechts	
Milchzucker . . .	+	+	+	—	+ rechts	*Rubner*'sche Probe
Fruchtzucker . . .	+	+	—	+	— links	*Selivaroff*'sche Probe
Pentosen	±	+ (nach längerem Kochen)	+	—	0	Phloroglucin, Orcinreaction im nativen Harn
Glykuronsäureverbindungen (Menthol, Phenol, Kresol, Urochloral etc.)	±	+ (nach längerem Kochen beim Abkühlen)	+	—	— schwach links	Phloroglucinprobe, Orcinprobe nach Kochen mit H_2SO_4
Eiweiss	+	—	—	—	links	(S. o.)
Chrysophansäure .	+	—	—	—	—	(S. u.)
Alkapton	±	+	—	—	—	Dunkeln an der Luft + NaOH Eisenchloridreaction
Chloroform	—	+	—	—	—	

3. Aceton, Acetessigsäure, β-Oxybuttersäure.

Aceton, $CH_3 . CO . CH_3$.

Der normale Harn enthält nur ganz geringe, mit den üblichen Reactionen nicht nachweisbare Spuren Aceton (höchstens 0,01 Grm. in der Tagesmenge): unter abnormen und pathologischen Verhältnissen (Diabetes, Fieber, strenge Fleischdiät, Hunger, Verdauungsstörungen) kann der Gehalt des Harns an Aceton bis zu 0,5 und sogar bis zu 1,10 Grm. in der 24stündigen Menge steigen. Das Aceton stellt eine farblose, dünnflüssige, flüchtige, obstartig riechende, wasserlösliche Flüssigkeit dar. Es kann im Harn als Zersetzungsproduct der Acetessigsäure, gleichzeitig mit der letzteren oder für sich ohne Acetessigsäure vorkommen. Besonders häufig findet man im Harn Aceton ohne Acetessigsäure in leichten Diabetesfällen, in welchen eine strenge Fleischdiät durchgeführt wird.

Nachweis. 1. Probe nach *Legal:*

Man versetzt 8—10 Ccm. Harn mit 3—5 Tropfen einer frisch bereiteten, gesättigten Nitroprussidnatriumlösung und macht darauf mit einigen Tropfen Natronlauge die Flüssigkeit alkalisch. Beim Zusatz von Natrionlauge entsteht eine rubinrothe Färbung, welche fast in jedem Harn hervortritt und durch einen normalen Bestandtheil des Harns, das Kreatinin, bedingt ist. Uebersättigt man nun die rothgefärbte Flüssigkeit mit Essigsäure (concentrirte), so wird bei Anwesenheit von Aceton die rothe Farbe noch intensiver, sie geht in carmoisinroth über, während im acetonfreien Harn die Rothfärbung vollkommen verschwindet. Die Reaction ist nicht sehr empfindlich: nach *v. Jaksch* können nur Mengen über 0,8 Mgrm. nachgewiesen werden. Um kleinere Mengen nachzuweisen, muss der angesäuerte Harn (100 Ccm.) destillirt werden und die erste Portion des Destillats mittels der empfindlicheren

2. Jodoformprobe nach *Lieben* untersucht werden: Man versetzt 5—10 Ccm. des Destillats mit einigen Tropfen einer *Lugol*'schen Jodjodkaliumlösung und etwas Natronlauge. Bei Gegenwart von Aceton bildet sich Jodoform, welches am Geruch und Krystallform (sechsseitige oder sternförmige Tafeln) leicht erkennbar ist. Die Reaction ist viel empfindlicher als die *Legal*'sche; ihr Nachtheil besteht darin, dass auch Alkohol und Aldehyd dieselbe Reaction geben und gerade in den Fällen, in welchen der Nachweis von Aceton von grosser Wichtigkeit ist, nämlich in diabetischen Harnen, auch Alkohol (durch Vergährung des Zuckers) vorkommen kann.

Um die Verwechslung von Aceton mit Alkohol und Aldehyd zu vermeiden, hat *le Nobel* bei der *Lieben*'schen Probe statt Jodjodkalium und Natronlauge eine Auflösung von Jod in Jodammonium vorgeschlagen. Diese Modification hat aber einen anderen Nachtheil: es bildet sich nämlich hier neben Jodoform ein schwarzer Niederschlag von Jodstickstoff, welcher das Jodoform verdeckt und nur sehr langsam beim Stehen der Probe verschwindet; es dauert nicht selten 24 Stunden, bis der Jodstickstoff-Niederschlag vollkommen verschwunden ist.

Acetessigsäure. Diacetsäure, $CH_3\,CO\,CH_2\,COOH$.

Acetessigsäure findet sich im Harn fast stets nur unter pathologischen Verhältnissen und ist sehr häufig von Aceton und β-Oxybuttersäure begleitet. Sie bildet sich aus der β-Oxybuttersäure und zerfällt sehr leicht in Aceton und Kohlensäure. Man muss daher stets den Harn in möglichst frischem Zustande untersuchen.

Nachweis. 1. Probe nach *Gerhardt:*

Man versetzt 5—10 Ccm. Harn mit Eisenchloridlösung solange, als sich noch ein Sediment bildet; bei Anwesenheit von Acetessigsäure entsteht eine bordeauxrothe Färbung. Tritt die Rothfärbung der Flüssigkeit nicht deutlich hervor, so empfiehlt es sich, dieselbe vom Niederschlag des Eisenphosphats durch Filtriren zu trennen. Eine ganz ähnliche Reaction giebt der Harn nach innerem Gebrauch von Salicylsäure, Antipyrin, Thallin, Phenacetin und einiger anderen Arzneisubstanzen. Man muss daher zur Sicherstellung des Vorhandenseins von Acetessigsäure beim positiven Ausfall der Reaction noch eine Controlprobe anstellen. Man kocht 5—10 Ccm. Urin 3—5 Minuten lang, nach dem Erkalten wird die Probe mit Eisenchlorid in angegebener Weise versetzt. War Acetessigsäure vorhanden, so darf die Rothfärbung jetzt nicht mehr eintreten, da die Acetessigsäure durch Kochen zerstört wird. War das positive Resultat der Probe durch Arzneimittel bedingt, so wird die Rothfärbung bei Zusatz von Eisenchlorid auch nach dem Kochen entstehen.

2. Probe nach *Arnold-Liplianskу:*

6 Ccm. einer 1%igen Lösung von Paraamidoacetophenon und 3 Ccm. einer 1%igen Kaliumnitritlösung werden mit einem gleichen Volumen Harn versetzt, ein Tropfen Ammoniak zugefügt und das Gemisch durchgeschüttelt, wobei eine ziegelrote Färbung entsteht. Von dieser Mischung nimmt man je nach Gehalt des Harns an Acetessigsäure 10 Tropfen bis 2 Ccm. und setzt etwa 15—20 Ccm. concentrirter Salzsäure (vom specifischen Gewicht 1,19), 2 Ccm. Chloroform und 2—4 Tropfen Eisen-

chloridlösung hinzu. Man schüttelt vorsichtig (um eine Emulgirung des Chloroforms zu vermeiden) das Gemisch durch. Nach $^1/_2$—1 Minute färbt sich bei Gegenwart von Acetessigsäure das Chloroform violett, während bei negativem Ausfall der Reaction das Chloroform eine gelbe oder röthliche Farbe erhält. Die Probe ist empfindlicher als die *Gerhardt*'sche, ihre Ausführung ist aber für den praktischen Arzt etwas zu umständlich. Die Reaction gelingt nur mit Salzsäure von der angegebenen Concentration; bei Anwendung verdünnter, nicht rauchender Salzsäure versagt die Probe vollständig.

β-Oxybuttersäure, $CH_3\,CH(OH)CH_2\,COOH$.

Diese Säure findet sich im Harn in schweren Fällen von Diabetes und wird stets von Aceton und Acetessigsäure, welche als ihre Zersetzungsproducte betrachtet werden, begleitet. Sie dreht die Ebene des polarisirten Lichtes nach links und kann infolgedessen die quantitative Bestimmung des Traubenzuckers durch Polarisation beeinträchtigen, ja sogar unmöglich machen.

Der Nachweis von β-Oxybuttersäure im Harn geschieht nach *Külz* in folgender Weise:

1. Man vergährt den Harn mit Hefe und fällt mit essigsaurem Blei und Ammoniak die meisten linksdrehenden Substanzen — ausser β-Oxybuttersäure — aus. Das Filtrat wird im Polarisationsapparate untersucht. Linksdrehung lässt die Anwesenheit der Säure vermuthen.

2. Nach dem Vergähren des Zuckers wird der Harn bis zum Sirup eingedampft und der Rückstand mit einem gleichen Volumen concentrirter Schwefelsäure destillirt. Das Destillat wird in einem Reagensglase aufgefangen und stark abgekühlt, wobei sich Krystalle der α-Krotonsäure ausscheiden. Letztere werden abgepresst und ihr Schmelzpunkt bestimmt; er muss zwischen 70 und 72° liegen. Diese Reaction beruht auf der Bildung von α-Krotonsäure $CH_3{=}CH.CH.CO\,OH$ beim Erwärmen der β-Oxybuttersäure mit Schwefelsäure. Auf β-Oxybuttersäure braucht man nur solche Harne zu untersuchen, in welchen die Anwesenheit von Acetessigsäure durch vorangegangene Prüfung festgestellt ist.

4. Die Amidosäuren des Harns.

1. Cystin $\left(\overset{NH_2}{-S-}\!\!\!\searrow C \!<\!\begin{smallmatrix} CH_3 \\ COOH \end{smallmatrix}\right)_2$

Das Cystin kommt im Harn ziemlich selten vor, es scheidet sich dann häufig als Sediment aus oder giebt Anlass zur Bildung von Blasenconcrementen oder Blasensteinen. Nach *Udransky* und *Baumann* muss die Ausscheidung von Cystin durch den Harn als Folge einer eigenthümlichen Darmfäulnis betrachtet werden, wobei ein Zusammenhang zwischen der Bildung des Cystins und Diaminen bestehen soll. *Stadthagen* und *Brieger* betrachten die Cystinurie als Folge einer Darmmykose.

Cystin krystallisirt zumeist in schönen, farblosen, sechsseitigen Tafeln, welche charakteristisch aufeinander gelagert sind. Die Krystalle sind unlöslich in Wasser, Alkohol, Aether und Essigsäure, lösen leicht in doppelkohlensauren Alkalien, Alkalihydraten und Ammoniak. Der Harn löst nur ungefähr 0,05% Cystin.

Zum Nachweis des Cystins im Harn versetzt man am besten die 24stündige Menge desselben mit Essigsäure und lässt bei gewöhnlicher Zimmertemperatur 24—36 Stunden stehen. Das Cystin setzt sich dabei als Sediment ab und erscheint bei der mikroskopischen Untersuchung in der charakteristischen Form von sechsseitigen Tafeln in typischer Lagerung. Da auch Harnsäure in reinem Zustande in ähnlichen Formen krystallisiren kann, so werden zur Unterscheidung von derselben mit dem Sediment, welches keine eiweisshaltigen Substanzen enthalten darf, folgende Reactionen ausgeführt:

a) man kocht das Sediment mit einer Lösung von Bleioxyd in Natronlauge; bei Anwesenheit von Cystin bildet sich Schwefelalkali und es entsteht ein braunschwarzer Niederschlag von Schwefelblei;

b) man erwärmt den Niederschlag mit einigen Tropfen Natronlauge auf Silberblech; bei Anwesenheit von Cystin entsteht ein schwarzer oder brauner, nicht wegwischbarer Fleck von Schwefelsilber;

c) die Murexidprobe fällt mit Cystin negativ aus;

d) Cystin ist in Ammoniak leicht löslich, Harnsäure nicht.

2. Tyrosin, $HO.C_6H_4-CH_2CH.NH_2COOH$.

Tyrosin erscheint neben Leucin im Harn nur bei pathologischen Zuständen und zwar bei acuter gelber Leberatrophie, bei acuter Phosphorvergiftung, schwerem Typhus und schweren Pocken.

Das Tyrosin krystallisirt aus wässerigen Lösungen in sehr zarten Nadeln, welche in Doppelbüscheln gelagert sind. Es ist in kaltem Wasser sehr schwer löslich (in 2000 Theilen), leichter im heissen (in 150 Theilen), unlöslich in Aether, sehr schwer löslich in Alkohol.

Zum Nachweis des Tyrosins muss zuerst der Harn sedimentirt und das Sediment mikroskopisch untersucht werden, da bei Anwesenheit von Tyrosin dasselbe meist im Sediment sich nachweisen lässt. Sind bei der mikroskopischen Untersuchung die Drusen des Tyrosins sichtbar, so wird das Sediment abfiltrirt, mit Wasser ausgewaschen und in Ammoniak unter Zusatz von etwas kohlensaurem Ammon durch Erwärmen gelöst. Man filtrirt und lässt das Filtrat zur Krystallisation auf dem Wasserbade verdunsten. Mit den ausgeschiedenen Krystallen werden folgende zwei Proben ausgeführt:

1. Probe nach *Hoffmann.* Man löst einen Theil der Substanz in heissem Wasser und versetzt die heisse wässrige Lösung mit salpetersaurem Quecksilberoxyd und salpetersaurem Kali. Bei Anwesenheit von Tyrosin färbt sich die Flüssigkeit, so lange sie noch heiss ist, schön dunkelroth und giebt einen massenhaften rothen Niederschlag. Eine ähnliche Färbung erhält man nach *Wurster,* wenn man zu der kochenden wässerigen Tyrosinlösung zuerst eine 1%ige Essigsäure und dann bei fortgesetztem Kochen tropfenweise eine 1%ige Natriumnitritlösung zusetzt.

2. Probe nach *Pizia.* Man erwärmt gelinde das krystallinische Sediment mit einigen Tropfen concentrirter Schwefelsäure; die entstandene röthliche Lösung sättigt man unter Zusatz von Wasser mit kohlensaurem Baryt und filtrirt. Das farblose Filtrat färbt sich auf Zusatz von säurefreiem Eisenchlorid schön violett.

Sind Tyrosinkrystalle im Sediment nicht vorhanden, so wird zum Nachweis des im Harn gelösten Tyrosins folgenderweise verfahren:

Der Harn wird von Eiweiss befreit und das eiweissfreie Filtrat mit Bleiessig gefällt. Die abfiltrirte Flüssigkeit wird durch Einleiten von Schwefelwasserstoff entbleit und filtrirt. Das Filtrat wird auf dem Wasserbade bis zur Sirupconsistenz eingeengt und an einem kühlen Orte stehen gelassen. Schon nach 24 Stunden findet man, wenn Tyrosin vorhanden ist, dasselbe krystallinisch ausgeschieden. Es wird mit heissem Wasser aufgenommen und umkrystallisirt. Zur Identificirung dienen die schon oben erwähnten Proben von *Hoffmann* und *Pizia* und die mikroskopische Untersuchung.

3. Leucin, $(CH_3)_2 = CH - CH_2 - CH(NH_2) - COOH$.

Leucin findet sich im Harn unter denselben Verhältnissen wie Tyrosin.

Das Leucin bildet in reinem Zustande zarte, in Drusen angeordnete Plättchen. Aus dem Harn scheidet es sich meist in Form von Kugeln schwachstrahliger Beschaffenheit oder mit gewimperten Rändern aus. Da Leucin in Wasser löslich ist, so findet man es fast nie in Harnsedimenten und für den Nachweis desselben muss es aus dem Harn dargestellt werden. Der Harn muss möglichst frisch zur Untersuchung genommen werden, weil Leucin in Berührung mit faulenden Substanzen sehr leicht zersetzt wird. Die Darstellung geschieht in derselben Weise wie die des Tyrosins. Es wird von Tyrosin durch Krystallisiren aus Wasser getrennt. Von den beiden Substanzen krystallisirt zuerst diejenige aus, welche zuerst die Lösung gesättigt hat. Durch Umkrystallisiren aus heissem ammoniakalischen Alkohol gelingt es, das Leucin in mehr oder weniger reinem Zustande zu gewinnen. Zur Identificirung dienen die mikroskopische Untersuchung und die *Scherer*'sche Probe, welche folgenderweise ausgeführt wird:

Eine geringe Menge der Substanz wird auf einem Platinblech vorsichtig mit Salpetersäure bis zur Trockene abgedampft. Es hinterbleibt ein farbloser, kaum merkbarer Rückstand. Bringt man zu diesem Rückstand einige Tropfen Natronlauge und erwärmt, so löst sich das Leucin je nach seiner Reinheit zu einer farblosen oder gelbgefärbten Flüssigkeit, welche bei weiterem vorsichtigen Erwärmen sich in ölartige, das Platinblech nicht benetzende und auf demselben herumrollende Tropfen concentrirt.

5. Die Farbstoffe und Chromogene des Harns.

A. Indican, Syn. Indoxylschwefelsäure, $C_8H_6NOSO_2OH$.

Der normale menschliche Harn enthält nur geringe Mengen Indican (durchschnittlich 0,06 Grm. in der Tagesmenge). Bei pathologischen Zuständen kann eine 10—15fache Menge vorhanden sein. Die Muttersubstanz des Indicans, Indol, bildet sich im Darm als Product der Eiweissfäulnis. Nach der Resorption wird Indol zu Indoxyl oxydirt, dann an die Schwefelsäure des Harns gebunden und auf diese Weise als Indoxylschwefelsäure ausgeschieden. Aus dem Harn kann das Indican durch Mineralsäuren wieder in seine Bestandtheile zerlegt und Indoxyl dann durch Oxydation in Indigo übergeführt werden. Unter pathologischen Verhältnissen kann eine spontane Ausscheidung von Indigo im Harn stattfinden, wobei dasselbe sich in Lösung oder im Sediment findet.

Nachweis. 1. Nach *Jaffé*. Ein Drittel Reagensglas Harn versetzt man mit einem gleichen Volumen concentrirter Salzsäure, 1—2 Ccm. Chloroform und einem Tropfen halbgesättigter Chlorkalklösung. Das zugekorkte Reagensglas wird darauf wiederholt umgekehrt, wobei das gebildete Indigoblau durch das Chloroform extrahirt und letzteres deutlich blau gefärbt wird. Ein stärkeres Schütteln mit dem Chloroform darf nicht stattfinden, weil dasselbe mit dem Harn eine schwer trennbare Emulsion bildet.

Die Reaction beruht auf der Spaltung des Indicans durch Salzsäure und Oxydation des frei gewordenen Indoxyls durch Chlorkalk zu Indigblau. Mit dem Zusatz von Chlorkalk muss man sehr vorsichtig sein; man giebt anfangs nicht mehr als einen Tropfen zu, denn bei zu starker Oxydation kann das Indigblau sofort zu gelbem Isatin weiter oxydirt werden und auf diese Weise vollkommen übersehen werden. Giebt man die Chlorkalklösung tropfenweise weiter zu, so wird man bemerken, dass in indicanarmen Harnen die Blaufärbung des Chloroforms nach einigen Tropfen schon verschwindet, während in indicanreichen bei weiterem Zusatz die Blaufärbung immer intensiver wird, und es muss eine verhältnismässig grosse Menge der Lösung zugegeben werden, bis das Indigblau vollkommen in Isatin übergegangen ist. Dieses Verhalten kann zur quantitativen Schätzung der vorhandenen Indicanmenge benutzt werden.

Da Chlorkalk zu stark oxydirend wirkt und ausserdem sich schlecht conserviren lässt, kann derselbe zweckmässig durch eine 2%ige Kaliumpermanganatlösung ersetzt werden, von welcher man zuerst 2 bis 3 Tropfen verwendet und bei weiterem Zusatz in derselben Weise wie mit Chlorkalk vorgeht.

2. Nach *Obermayer* wird der Harn vor der Ausführung der Probe mit concentrirter Bleizuckerlösung ausgefällt. Man versetzt den Harn mit einem Fünftel Volumen 20%iger Bleizuckerlösung, filtrirt und schüttelt das Filtrat mit einem gleichen Volumen rauchender Salzsäure, in welcher auf einen Liter 2—4 Grm. Eisenchlorid aufgelöst sind, und 2—3 Ccm. Chloroform 1—2 Minuten lang. Diese Modification hat den Vortheil, dass durch die Fällung mit Bleizucker die emulgirenden Substanzen und Farbstoffe, welche die Reaction stören, vollkommen beseitigt werden. Ausserdem wird durch Eisenchlorid keine Hyperoxydation hervorgerufen.

Man erhält nicht selten bei der Indicanprobe anstatt einer Blaufärbung eine rosarothe Färbung des Chloroforms. Das geschieht nach innerem Gebrauch von Jodpräparaten. Das Jod wird dabei aus seinen Verbindungen durch Salzsäure und die Oxydationsmittel frei gemacht und bedingt eine rothe Färbung des Chloroforms. Um dieselbe zu beseitigen, giebt man ein Krystall Natriumthiosulfat zu und schüttelt die Flüssigkeit. Das Jod bildet dabei farblose jodsaure Salze und das Chloroform entfärbt sich. Bei gleichzeitiger Gegenwart von Jod und Indican entsteht eine violette Färbung des Chloroforms, welche nach Behandlung mit Natriumthiosulfat einer blauen Platz macht.

Bei Gegenwart von Chrysophansäure entsteht bei der Indicanprobe eine grünlich-gelbe Färbung des Chloroforms.

Eine gelbe Farbe erhält man nach innerem Gebrauch von Brompräparaten.

Indigroth.

Das Indigroth ist isomer mit Indigblau und bildet sich ebenso wie das letztere aus Indoxylschwefelsäure *(Rosin)*. Wenn die Reaction der Spaltung und Oxydation auf kaltem Wege (nach *Jaffé*) vorgenommen wird, so bildet sich viel Indigblau und sehr wenig Indigroth; verlaufen aber die Reactionen in der Wärme, so geschieht die Bildung der Farbstoffe in umgekehrtem Verhältnisse.

Nachweis. 1. Probe nach *Rosenbach*. Man versetzt den Harn im Reagensglas mit 2—3 Tropfen Salpetersäure und erhitzt bis zum Kochen. Bei Gegenwart von Indigroth entsteht eine intensive burgunderrothe Färbung, welche bei weiterem tropfenweisen Zusatz von Salpetersäure sich allmählich verstärkt, um plötzlich zu verschwinden. Harne, welche bei der Probe nach *Jaffé* ein positives Resultat ergeben, verhalten sich auch positiv bei der *Rosenbach*'schen Probe. Nicht selten aber ist die *Rosenbach*'sche Probe sehr scharf ausgesprochen bei negativem Verhalten des Harns bei der Indicanprobe. Das geschieht meist in rothgefärbten Harnen, in welchen wahrscheinlich das Indigroth schon im präformirten Zustande vorhanden ist. In solchen Harnen kann der Farbstoff auch mittels folgender Probe nachgewiesen werden:

2. Der Harn wird mit Natriumbicarbonat neutralisirt und mit Aether ausgeschüttelt. Der Aether wird alsdann verdunstet und der Rückstand mit Alkohol aufgenommen. Ist Indigroth vorhanden, so färbt sich der Alkohol schön roth. Mit Natronlauge und Traubenzucker versetzt entfärbt sich die Flüssigkeit und beim Schütteln an der Luft wird sie wieder roth.

B. Urobilin.

Der normale Harn enthält ganz geringe Mengen Urobilin in Form eines Chromogens — Urobilinogen —, das durch Einwirkung des Lichtes und bei Gegenwart von Säuren sehr leicht in den Farbstoff übergeht. In reinem Zustande ist Urobilin eine amorphe, rothbraune, in Wasser schwer lösliche Substanz. In Alkohol, Chloroform und Alkalien ist Urobilin leicht löslich; mit alkalischen Erden und Schwermetallen bildet es unlösliche Salze.

Ueber die chemische Zusammensetzung und Art der Entstehung des Urobilins sind die Autoren nicht einig. Nach *Maly* ist das Urobilin mit dem durch Reduction des Bilirubins entstandenen Hydrobilirubin identisch, während nach Untersuchungen der letzten Zeit das Urobilin als ein Oxydationsproduct des Gallenfarbstoffs betrachtet werden muss.

Der Nachweis des Urobilins beruht hauptsächlich auf seinen optischen Eigenschaften: Fluorescenz und Verhalten bei der spectroskopischen Untersuchung.

1. Man versetzt 10—15 Ccm. Harn mit 10—15 Tropfen einer 10%igen Chlorzinklösung und giebt alsdann so viel Ammoniak zu, bis das Zinkhydroxyd sich wieder auflöst. Dann wird die Probe filtrirt. Das Filtrat zeigt gegen einen dunkeln Hintergrund gehalten eine deutliche grüne Fluorescenz. Diese Probe gelingt gut nur mit ziemlich urobilinreichen Harnen. Empfindlicher und schärfer ist die folgende Modification:

2. 10—20 Ccm. Harn werden mit einigen Tropfen Salzsäure angesäuert und mit 5—10 Tropfen Amylalkohol vorsichtig (damit sich

keine Emulsion bildet) ausgeschüttelt. Der gelblich-braune Auszug wird mit einigen Tropfen einer alkoholischen Zinklösung (1%) und Ammoniak versetzt. Es entsteht eine prächtige grüne Fluorescenz und bei der spectroskopischen Untersuchung findet man einen Absorptionsstreifen zwischen Grün und Blau (zwischen E und F).

Urorosein.

Dieser Farbstoff ist bei mehreren pathologischen Zuständen im Harn nachgewiesen worden. Er ist im Harn als Chromogen vorhanden, welches in den rothen Farbstoff nach Behandeln mit Mineralsäuren übergeht.

Nachweis. Man versetzt den Harn mit einem Zehntel Volumen Salpeter- oder Salzsäure. Es entsteht eine rosenrothe Färbung des Harns. Amylalkohol nimmt den Farbstoff auf, während bei Zusatz von Alkalien die Rothfärbung vollkommen verschwindet (Unterschied von Indigroth). Die Lösungen des Farbstoffes zeigen bei der spectroskopischen Untersuchung einen Absorptionsstreifen im Grün (zwischen D und E).

C. Gallenfarbstoffe.

Der normale Harn enthält keine Gallenfarbstoffe. Letztere gelangen nur unter pathologischen Verhältnissen in den Blutstrom und aus demselben in den Urin. Im frischen ikterischen Urin ist von den verschiedenen Gallenfarbstoffen mit Sicherheit nur das Bilirubin nachgewiesen worden. Die übrigen — Biliverdin, Biliprasin und Bilifuscin — bilden sich erst bei längerem Stehen des Harns und müssen daher als Abkömmlinge des Bilirubins betrachtet werden.

Das Bilirubin ist unlöslich in Wasser und Alkohol, löslich in Chloroform und Alkalien und wird aus alkalischen Lösungen durch Kalksalze ausgefällt.

Das Biliverdin ist löslich in Alkohol und unlöslich in Chloroform.

Ikterischer Harn zeigt eine safrangelbe, röthlichbraune bis dunkelbraune (bierähnliche) Farbe. Beim Schütteln bildet sich ein charakteristisch gelbgefärbter Schaum.

Nachweis. 1. Die *Gmelin*'sche Probe. Man versetzt in einem Reagensglas 5—8 Ccm. gewöhnlicher concentrirter Salpetersäure mit einigen Tropfen gelber, rauchender Salpetersäure und überschichtet das Gemisch vorsichtig mit einer gleichen Menge des zu untersuchenden Harns. Bei Gegenwart von Gallenfarbstoffen entsteht an der Berührungsstelle der Flüssigkeiten ein smaragdgrüner Ring unter dem sich allmählich ein blauer, violetter oder gelber Ring bildet. Die Probe ist nur dann als positiv anzusehen, wenn der grüne Ring deutlich ausgesprochen ist, weil blaue und violette Farbenringe durch Oxydation anderer im Harn vorkommenden Substanzen (Indican, Indigroth) entstehen können. Diese Probe ist nicht empfindlich. Sie lässt nur eine Beimischung von 5% Galle erkennen.

2. Modification nach *Rosenbach*. Man filtrirt eine grössere Menge Harn durch ein Filter und betupft die innere Seite des Filters mit einem Tropfen Salpetersäure, welche salpetrige Säure enthält (Vorbereitung der Säure wie bei Probe 1). Man enthält dieselben Farben wie bei Probe 1.

Die Probe ist etwas empfindlicher wie die *Gmelin*'sche Probe und fällt bei geringeren Mengen des Gallenfarbstoffes schärfer aus. Man muss aber bei dieser Probe beachten, dass auch nach Antipyringenuss ein grüner Ring entstehen kann. Ausserdem enthält man nicht selten eine blaue Farbe, welche durch Jodpräparate bedingt ist, weil durch die Salpeter- und salpetrige Säure das Jod freigemacht wird und mit der im Filtrirpapier vorhandenen Stärke eine mehr oder weniger intensive Blaufärbung verursacht. Diese blaue Farbe kann die grüne Farbe des Gallenfarbstoffes vollkommen verdecken.

3. Probe mit Jodtinctur (nach *Rosin*). Man überschichtet den Harn (10—15 Ccm.) in einem Reagensglas mit einer 10fach verdünnten officinellen Jodtinctur. Es entsteht an der Berührungsstelle der Flüssigkeiten ein grüner Ring, welcher sich stundenlang hält. Die Probe ist empfindlicher als die *Gmelin*'sche.

4. Probe nach *Huppert*. 100 Ccm. Harn versetzt man mit kohlensaurem Natron bis zur deutlich alkalischen Reaction und fällt die Gallenfarbstoffe mit Chlorbaryum oder Barythydrat im Ueberschusse aus. Man sammelt den gelben Niederschlag auf ein Filter und kocht ihn alsdann mit Alkohol, dem einige Tropfen verdünnter Schwefelsäure zugesetzt sind. Der Niederschlag wird dabei entfärbt und die Flüssigkeit erhält eine schöne grüne Farbe. Aus dieser alkoholischen Lösung kann der Farbstoff nach Verdünnen mit einem gleichen Volumen Wasser durch einige Cubikcentimeter Chloroform extrahirt werden. Das Chloroform färbt sich tief grün.

Diese Methode ist die sicherste und empfindlichste zum Nachweis der Gallenfarbstoffe im Harn.

Gallensäuren finden sich im Harn in verhältnismässig sehr geringen Mengen (unter 0,5%), und daher gelingt ihr directer Nachweis mittels der *Pettenkofer*'schen Proben nie. Ausserdem stört bei dieser Probe die Anwesenheit von Stoffen, welche mit der Schwefelsäure ebenfalls violettrothe Färbungen geben.

Die Gallensäuren müssen daher vorher aus dem Harn isolirt werden (über die Ausführung der *Pettenkofer*'schen Probe siehe Capitel über die Untersuchung des Mageninhalts).

D. Blutfarbstoff, Hämoglobin.

Man unterscheidet folgende Arten des Hämoglobins:

1. Oxyhämoglobin oder Sauerstoff-Hämoglobin.

2. Methämoglobin enthält ebensoviel Sauerstoff wie das Oxyhämoglobin, aber in stärkerer Bindung.

3. Reducirtes Hämoglobin enthält weniger Sauerstoff und bildet sich aus beiden vorigen durch Reduction.

4. Kohlenoxyd-Hämoglobin.

5. Blausäure-Methämoglobin.

Bei der Untersuchung des Harns kommen hauptsächlich nur die ersten drei Arten des Hämoglobins in Betracht und daher geben wir in der nachstehender Tabelle eine Uebersicht ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften.

Oxyhämoglobin	Methämoglobin	Reduc. Hämoglobin
Löslich in Wasser mit scharlachrother Farbe, nicht in Alkohol, krystallisirbar, wird in wässerigen Lösungen leicht zersetzt. Beim Erwärmen dieser Lösungen bildet sich schon bei 70° C. ein brauner Niederschlag, welcher aus Eiweiss und Hämatin besteht. Verdünnte Lösungen sind gelblich-roth gefärbt, zeigen (bis zu 0,01%) charakteristische Absorptionsstreifen im Spectralapparat. Bei Einwirkung von Säuren und Alkalien zerfällt es ebenfalls in Hämatin und Eiweiss.	Lösungen braun gefärbt, krystallisirt in braunen Nadeln und Täfelchen. Entsteht aus Oxyhämoglobin sehr leicht durch Einwirkung von Säuren und sauren Salzen (daher sein Vorkommen im Harn). In sauren oder neutralen Lösungen zeigt es ausser den Absorptionsstreifen des O-Hämoglobins noch zwei Streifen, von welchen der erste stärker ausgesprochen ist als die anderen.	In mässig verdünnten Lösungen, grünlich braunroth gefärbt, entsteht aus Oxy- und Methämoglobin bei Einwirkung von reducirenden Substanzen, z. B. nach Zusatz einiger Tropfen Schwefelammonium oder Zinnchlorür in ammoniakalischer Lösung. Zeigt nur einen breiten Absorptionsstreifen. Beim Schütteln mit Luft geht es in Oxyhämoglobin über. Mit Eisessig und einer Spur Kochsalz giebt es Hämin (salzsaures Hämatin, dunkelbraune rhombische Täfelchen).

Alle Arten des Hämoglobins gehören zu den Eiweisskörpern und daher giebt der Harn bei ihrer Gegenwart sämmtliche Eiweissreactionen.

Der Harn kann sämmtliche Bestandtheile des Blutes (Hämoglobin, rothe Blutkörperchen, Fibrin) enthalten (Hämaturie) oder nur den Farbstoff allein (Hämoglobinurie). Die Anwesenheit von rothen Blutkörperchen und Fibrin wird bei der mikroskopischen Untersuchung nachgewiesen; der Farbstoff durch folgende Reactionen:

1. Die *Heller*'sche Probe. Die Reaction beruht auf der Bildung von Hämatin bei Einwirkung von Natronlauge. Das Hämatin wird durch die gleichzeitig sich abscheidenden Erdphosphate aufgenommen.

Man versetzt 10—15 Ccm. Harn mit Natronlauge bis zur stark alkalischen Reaction und erwärmt bis zum Kochen; es entsteht ein flockiger, roth gefärbter Niederschlag. Die Farbe tritt bei geringen Hämoglobinmengen erst, nachdem der Niederschlag zu Boden gesunken ist, deutlich hervor.

Entsteht beim Erwärmen überhaupt kein Niederschlag (bei Abwesenheit von Erdphosphaten), so versetzt man den Harn mit einem gleichen Volumen normalen Harns und wiederholt die Probe.

Nach Gebrauch von Rheum, Senna, Cascara Sagrada und Santonin giebt der Harn eine ähnliche Reaction. Der hämoglobinhaltige Harn unterscheidet sich dadurch, dass bei vorsichtigem Zusatz von Essigsäure sich nur ein Theil des Niederschlages auflöst, nämlich die Phosphate, während das Hämatin in rothbraunen Flocken zurückbleibt. In Harnen, welche die Producte der genannten Arzneimittel enthalten, verschwinden nach Säurezusatz das Sediment und die Färbung vollständig. Mit dieser Probe ist noch 1 Ccm. Blut (0,0125 Hämoglobin) in 1 Liter Harn deutlich nachweisbar.

2. Die *Almen*'sche Probe beruht auf der Uebertragung des Ozons von Terpentinöl auf Guajakharz durch Hämoglobin, wobei das Guajak oxydirt wird.

Man überschichtet 10—15 Ccm. Harn mit einer Emulsion aus gleichen Theilen Guajaktinktur und altem (ozonirtem) Terpentinöl. An der Berührungsstelle der Flüssigkeiten bildet sich zunächst ein weisser Ring (Ausscheidung des Harzes), welcher bei Gegenwart von Hämoglobin sich bald schön blau färbt. Alkalische Harne müssen angesäuert werden. Die Probe ist zwar noch empfindlicher als die *Heller*'sche, ist aber für den Nachweis von Hämoglobin im Harn wenig geeignet, weil thierische Zellen, besonders Eiterzellen, eine ähnliche Reaction verursachen können.

3. Die *Teichmann*'sche Häminprobe beruht auf der Bildung von Chlorhämatin (Hämin) durch Einwirkung von Essigsäure und Kochsalz.

Man verwendet zu dieser Probe entweder einen auf dem Objectträger eingetrockneten Tropfen des stark bluthaltigen Harns oder eine Spur des bluthaltigen Harnsediments. Man kann auch die Probe mit einigen Flocken des röthlichen bei der *Heller*'schen Probe gewonnenen Phosphatsediments ausführen (über die Ausführung der Probe siehe Untersuchung des Mageninhaltes).

Die Probe ist genau und zuverlässig und ist besonders in solchen Fällen, wo die rothen Blutkörperchen zerstört und der Harn durch starke bakterielle Trübung für die spectroskopische Untersuchung nicht geeignet ist, zu empfehlen.

4. Die spectroskopische Untersuchung.

Princip: Jede von den Hämoglobinarten besitzt die Fähigkeit, bestimmte Lichtstrahlen zu absorbiren, so dass sich im Spectrum bestimmte, für jede Hämoglobinart charakteristische dunkle Streifen — Absorptionsstreifen — bilden.

Von den verschiedenen Spectralapparaten sind für die Untersuchung des Harns am besten die leicht zu handhabenden und portativen Taschenspectroskope von *Browning* oder *Vogel* geeignet. Sie zeigen die Absorptionserscheinungen sogar deutlicher und schärfer als die meisten grossen Apparate. Die Bestimmung der Lage der Asorptionsstreifen im Spectrum wird in diesen Apparaten dadurch erreicht, dass sie gleichzeitig mit dem Absorptionsspectrum durch eine besondere Vorrichtung (Vergleichsprisma) das normale Sonnenspectrum zeigen.

Zur spectroskopischen Untersuchung wird der Harn filtrirt und nach Bedarf verdünnt; bei alkalischer Reaction wird er mit Essigsäure angesäuert. Hierauf giesst man den Harn in ein Gefäss mit zwei planparallelen, farblosen Glaswänden (Hämatinometer)*, bringt dieses dicht vor den Spalt des Spectroskopes, so dass die Lichtstrahlen (einer Gas- oder Petroleumlampe oder des Tageslichtes) senkrecht durch die Flüssigkeit gehen müssen. Beim Betrachten des Spectrums bestimmt man die Lage der Absorptionsstreifen durch Vergleich mit dem gewöhnlichen Sonnenspectrum, welches mittels einer einfachen Vorrichtung ein- und ausgeschaltet werden kann.

Die Eigenschaften der Spectra der bei der Untersuchung des Harns in Betracht kommenden Hämoglobinarten sind in der Tabelle nachzusehen.

---

* Anstatt des Hämatinometers kann auch ein gewöhnliches Reagensglas benutzt werden.

E. Hämatoporphyrin.

Hämatoporphyrin kann künstlich aus Hämatin durch Einwirkung concentrirter Schwefelsäure und Behandlung der Lösung mit säurehaltigem Alkohol und Zinn oder Zink hergestellt werden. Es unterscheidet sich von Hämatin nur dadurch, dass es vollkommen eisenfrei ist. Im Harn ist Hämatoporphyrin bei verschiedenen Krankheiten nachgewiesen worden. Charakteristisch ist sein Auftreten nach Gebrauch von grösseren Mengen von Sulfonal und Trional.

Hämatoporphyrinhaltiger Harn ist braunroth gefärbt, in dünnen Schichten gelbroth.

Nachweis. 20—25 Ccm. Harn werden mit einer aus gleichen Theilen gesättigter Baryumhydratlösung und 10%iger Chlorbaryumlösung bestehenden Mischung gefällt, der Niederschlag wird auf ein Filter gesammelt und mit Wasser und einmal mit Alkohol gewaschen. Dann verreibt man den Niederschlag mit einigen Tropfen Salzsäure und einer geringen Menge Alkohol, lässt einige Zeit stehen, erwärmt alsdann auf dem Wasserbade und filtrirt. Das saure, rothgefärbte Filtrat zeigt bei der spectroskopischen Untersuchung zwei Absorptionsstreifen, einen vor D und einen zweiten breiteren zwischen D und E.

Macht man die Lösung durch Ammoniak alkalisch, so nimmt die Lösung einen gelben Farbenton an und zeigt im Spectrum vier Streifen vom rothen bis zum violetten Ende des Spectrums. Der erste und dritte Streifen sind schmal, der zweite und vierte breit.

Melanin.

Der normale Harn enthält kein Melanin. Melanurie ist eine pathologische Erscheinung, und zwar tritt Melanin im Harn von Kranken, die an melanotischen Tumoren leiden, auf. Der frisch gelassene Harn enthält wahrscheinlich nur das Chromogen-Melanogen, welches erst durch Oxydation in Melanin übergeführt wird. Der melaninhaltige Harn ist dunkel gefärbt und wird beim Stehen an der Luft schwarzbraun bis schwarz.

Nachweis. 1. Man säuert den Harn mit verdünnter Schwefelsäure an und giebt Eisenchlorid oder Kaliumbichromatlösung zu; es entsteht ein dunkle Färbung. 2. Dieselbe dunkle Färbung entsteht nach Zusatz von Chlor- oder Bromwasser zum mit Schwefelsäure angesäuerten Harn. Ein Ueberschuss der Oxydationsmittel entfärbt den Harn, wobei sich ein schmutziggelber Niederschlag bildet.

6. Die Diazoreaction.

Die Substanzen, welche diese von *Ehrlich* angegebene Reaction verursachen, sind bis jetzt noch nicht bekannt. Normale Harne geben die Reaction nicht; sie tritt nur bei fieberhaften Erkrankungen im Harn auf, besonders häufig bei Abdominaltyphus, Tuberkulose und Masern.

Zur Ausführung der Reaction sind zwei Lösungen nothwendig:

1.	Natrii nitros.	0,5
	Aquae destillatae	100,0
2.	Acidi sulfanilici	5,0
	Acidi hydrochlorici	50,0
	Aquae destillatae	1000,0

Man mischt ex tempore 2 Ccm. der ersten mit 98 Ccm. der zweiten Lösung. Die Reaction wird folgenderweise ausgeführt:

15—20 Ccm. Urin versetzt man im Reagensglas mit einer gleichen Menge der Reagensmischung, schüttelt kräftig bis zur Schaumbildung durch und giebt 1 Ccm. Ammoniak zu. Die Reaction ist als positiv zu betrachten, wenn der Schaum und die Flüssigkeit sich scharlachroth färben. Normale Urine geben bei dieser Probe nur eine gelbe Färbung. Nach 24stündigem Stehen der positiv ausgefallenen Probe setzt sich ein Niederschlag ab, dessen oberer Theil blau, grün oder schwarz gefärbt ist.

Eine ähnliche Reaction zeigt der Harn nach innerem Gebrauch von Naphtalin. Dagegen verschwindet nach Einnahme von Gerbsäurepräparaten die vorher deutlich ausgesprochene Reaction vollständig.

7. Zufällige Bestandtheile des Harns.

Von der grossen Zahl der zufälligen Harnbestandtheile, welche hauptsächlich aus den eingeführten Arzneimitteln herrühren, sollen hier nur diejenigen berücksichtigt werden, welche einerseits leicht nachgewiesen werden können, anderseits eine gewisse klinische resp. therapeutische Bedeutung haben.

1. Quecksilber. Nachweis nach Prof. *Stukowenkoff.* 5 Ccm. Hühnereiweiss werden mit einer gleichen Menge gesättigter Kochsalzlösung in einem Mörser tüchtig verrieben und in 500 Ccm. Urin aufgelöst. Die Flüssigkeit wird alsdann auf einem Wasserbade bis zur vollkommenen Gerinnung des Eiweiss erwärmt. Das ausgeschiedene Eiweiss wird auf einem Filter gesammelt, zwischen Fliesspapier getrocknet und dann in einem Mörser mit circa 10 Ccm. concentrirter Salzsäure zerrieben. Man fügt noch 40 Ccm. Salzsäure zu und lässt die Flüssigkeit, in welche eine Kupferspirale hineingebracht wird, in einem Becher- oder Cylinderglase 24 Stunden stehen. Durch die Salzsäure wird das Eiweiss und das mitgerissene Quecksilber aufgelöst. Letzteres bildet auf der Oberfläche der Kupferspirale ein Amalgam. Die Spirale wird zuerst mit kaltem, dann mit heissem Wasser ausgewaschen, nachher mit Alkohol und Aether abgespült und dann an der Luft getrocknet. Hierauf wird die Spirale in ein enges, an einer Seite zugeschmolzenes trockenes Glasröhrchen eingeführt. An dem oberen Rande der Spirale wird ein kleines Kryställchen Jod durch leichtes Erwärmen sublimirt. Dann erwärmt man vorsichtig bei beständigem Drehen das Röhrchen von unten bis zum oberen Rande der Kupferspirale. Das Quecksilber wird dabei sublimirt und es bildet sich ein ziegelrother Ring von Quecksilberjodid. Die Breite des Ringes ist, wenn alles genau ausgeführt, der Quecksilbermenge proportional und somit ist die Möglichkeit einer quantitativen Bestimmung gegeben. Man muss nur dazu eine Scala, d. h. eine Reihe von Quecksilberjodid-Ringen, welche aus bestimmten Quecksilbermengen (1, 2, 3, 4 u. s. w. Mgrm.) gewonnen sind, besitzen und den erhaltenen Ring mit der Scala vergleichen.

Die Methode ist sehr empfindlich. 0,0005 Quecksilber sind noch sehr deutlich nachweisbar. Wenn der Ring makroskopisch nicht scharf sichtbar ist, so können die charakteristischen rothen Quecksilberjodid-Krystalle mit einer kleinen Vergrösserung mikroskopisch leicht nachgewiesen werden.

2. Arsen wird im Harn nach *Gutzeit* wie folgt nachgewiesen: 1 Ccm. Urin versetzt man in einem Cylinderglas oder weiten Reagensglas mit 4 Ccm. verdünnter Schwefel- oder Salzsäure und einem Stückchen arsenfreien Zinkes. Man verschliesst das Gefäss mit einem Wattebausch und bedeckt mit einem mit concentrirter Silbernitratlösung befeuchteten Filter. Es entsteht eine citronengelbe Färbung des Filters, welche bei längerem Stehen durch Bildung von metallischem Silber (aus dem gelben Arsensilber) in eine schwarze übergeht. Im Harn ist die Probe ziemlich zuverlässig, weil derselbe äusserst selten Substanzen erhält, welche die Reaction beeinträchtigen können.

3. Jodalkalien, resp. organische Jodpräparate (Jodol, Jodoform u. s. w.). Man versetzt 10—15 Ccm. Harn mit 5—10 Tropfen concentrirter gelber Salpetersäure und 1—2 Ccm. Chloroform und kehrt das mit einem Korken verschlossene Reagensglas mehrmals um. Das Chloroform färbt sich durch das freigewordene Jod schön violettroth. Die Färbung verschwindet nach Zusatz einer geringen Menge Natriumthiosulfat. Wie schon oben erwähnt wurde, scheidet sich auch bei der Indicanprobe Jod aus und verursacht ebenfalls eine violettrothe Färbung des Chloroforms. Die Proben erlauben geringe Mengen Jods im Urin (0,005) mit Sicherheit nachzuweisen.

4. Bromalkalien und Brompräparate werden gleichfalls bei der Indicanprobe entdeckt. Die Probe ist nicht empfindlich (nicht unter 0,1 Bromkalium nachweisbar).

Ausserdem kann bei dieser Probe der Nachweis von Brom durch die gleichzeitige Anwesenheit von Rhodankalium oder Jod vollkommen verdeckt werden, weil Rhodankalium und seine Verbindungen eine gelbe und Jod eine rothe Färbung des Chloroforms verursachen.

Die Probe von *Carnot* ist viel empfindlicher, wobei die Einwirkung von Rhodankalium vollkommen ausfällt und Jod vorläufig entfernt wird.

Die Probe wird folgendermassen ausgeführt:

Der Harn wird in einem kleinen *Erlenmeyer*'schen Kolben mit einer geringen Menge Schwefelsäure und Chromsäure versetzt und bis zum Kochen erwärmt. Hält man jetzt über die Oeffnung des Kolbens ein mit Fluorescinlösung gelb gefärbtes Filtrirpapier, so färbt sich dasselbe bei Anwesenheit von Spuren von Brom deutlich roth.

Sind gleichzeitig im Urin Jodverbindungen vorhanden, so wird das Jod vor der Ausführung der Probe entfernt. Man bearbeitet zu diesem Zwecke den Urin mit Schwefelsäure, welche mit Salpetersäuredämpfen (durch Einwirkung von concentrirter Salpetersäure auf Stärke unter Erwärmen gewonnen) gesättigt ist. Das freigewordene Jod wird mit einigen Tropfen Schwefelkohlenstoff aufgeschüttelt.

5. Chlorsaures Kali, $KClO_3$. Man erwärmt 10—15 Ccm. Harn mit $^1/_4$ Volumen concentrirter Salzsäure. Der Harn wird infolge der Zersetzung der Indoxylschwefelsäure (Indican) durch die Salzsäure zuerst röthlich bis blauviolett (je nach dem Indicangehalt) und dann durch die gleichzeitig freigewordene Chlorsäure, welche sofort freies Chlor ausscheidet, gelb oder ganz farblos. Das Chlor zerstört die Harnfarbstoffe und kann bei reichlichem Gehalt des Harns an chlorsaurem Kali zum Theil entweichen. Es wird an seinem specifischen Geruch und der Bleichung eines an die Mündung des Reagensglases gehaltenen, an-

gefeuchteten Lackmuspapieres erkennbar. Noch 0,01% Kaliumchlorat ist mit dieser Probe nachweisbar. Bromsaure Salze geben eine gleiche Reaction.

6. Chrysophansäure (Dioxymethylanthrachinon) erscheint im Harn nach Gebrauch von Rheum, Senna, Chrysarobin und Cascara Sagrada. Der Harn zeigt eine intensiv gelbe oder grünlichgelbe Färbung. Alkalische Harne sind roth gefärbt. Nach Zusatz von Alkalien färbt sich der gelbe oder grünlichgelbe sauer reagirende Harn ebenfalls roth. Die rothe Farbe verschwindet nach Zusatz von Essigsäure (Unterschied von Blutfarbstoff). Bei der Indicanprobe erhält man eine grünliche Färbung des Chloroforms.

Chrysophansäurehaltige Harne geben eine starke Reduction bei der *Nylander*'schen Probe.

7. Santonin. Nach Gebrauch von Santonin scheidet sich im Harn ein Stoff aus, welcher mit Alkalien ebenfalls sich roth färbt. Er unterscheidet sich von der Chrysophansäure dadurch, dass er in Aether unlöslich ist. Man extrahirt daher den Harn mit Aether und giebt zum Aetherextract einige Tropfen Natronlauge zu. Färbt sich die Lösung roth, so ist Chrysophansäure vorhanden, bleibt sie unverändert, so handelt es sich um Santonin.

8. Salicylsäure und ihre Präparate (Salol, Salipyrin, Salophen u. s. w.). Die Salicylate gehen als Salicylursäure, als Aetherschwefelsäure, als Glykuronsäureverbindungen und theilweise unverändert in den Harn über und können leicht ganz kurze Zeit nach dem Einnehmen im Harn nachgewiesen werden. Der Harn zeigt meist eine dunkle Färbung, welche beim Stehen zunimmt.

Zum Nachweis der Salicylsäurepräparate versetzt man den Harn mit 5—10 Tropfen Eisenchlorid; es entsteht eine blauviolette intensive Färbung; bei geringeren Mengen färbt sich die Flüssigkeit dunkelroth. Da auch andere zufällige Substanzen des Harns (Antipyrin, Phenacetin) eine ähnliche Reaction geben, so empfiehlt *Marcuse* zur Identificirung der Salicylsäure folgendes Verfahren: Man versetzt die bereits ausgeführte Probe tropfenweise mit Salzsäure, bis eben noch eine deutliche rothe Farbe vorhanden ist (bei weiterem Zusatz verschwindet die Färbung vollkommen durch Zersetzung des Eisensalicylats). Dann schüttelt man die Probe mit Essigäther, wobei die rothe Färbung verschwindet; war die Reaction durch Antipyrin oder Phenacetinderivate verursacht, so entfärbt sich die Flüssigkeit nicht.

9. Antipyrin. Der Harn ist nach Gebrauch von grossen Mengen Antipyrin gelb bis blutroth gefärbt und zeigt eine grünlich-rothe Fluorescenz.

Nachweis. 1. Mit Eisenchlorid erhält man eine dunkelrothe Färbung, welche weder durch Kochen noch durch Ausschütteln mit Essigäther verschwindet.

2. Versetzt man den Harn mit einem Tropfen Salzsäure und *Lugol*'scher Jodjodkalilösung, so entsteht ein rubinrothes krystallinisches Sediment *(Marcuse)*.

10. Phenacetin scheidet sich im Harne zum Theil als Phenetidin, zum Theil als Paraamidophenol und als gepaarte Glykuronsäureverbindung aus.

Nachweis. 1. Man versetzt den Harn mit 2 Tropfen Salzsäure und 2 Tropfen einer 1%igen Natriumnitritlösung; setzt man alkalische wässerige α-Naphthollösung und etwas Natronlauge zu, so tritt Rothfärbung auf, welche nach Zusatz von Salzsäure violett wird.

2. Mit Eisenchlorid färbt sich der Harn braunroth.

11. Copaivabalsam. 1. Mit Salzsäure versetzt, giebt der Harn eine rosarothe Färbung, welche beim Kochen in Rothviolett übergeht.

2. Bei der Ausführung der Eiweissproben enthält man eine starke Trübung, welche durch Zusatz von Alkohol oder Petroläther verschwindet.

12. Urotropin gelangt rasch in den Harn und lässt sich in demselben schon nach Verlauf einer ½ Stunde mittels gesättigten Bromwassers nachweisen, mit welchem es einen gelben, im Ueberschuss des Harnes löslichen Niederschlag bildet. Ob Urotropin im Harn freies Formaldehyd abspaltet, ist noch nicht festgestellt. Letzterer wird im Urin mit Phloroglucin und Natronlauge nachgewiesen: es entsteht eine rothe Färbung.

13. Chloroform erscheint fast unverändert im Harn.

Nachweis. 1. Bei der *Fehling*'schen Zuckerprobe erhält man eine gut ausgesprochene Reduction.

2. Man destillirt den Harn im Wasserbade mit einem Strom Kohlensäure. Das Destillat giebt beim Erwärmen mit einigen Tropfen Anilin und alkoholischer Kalilauge einen ekelhaften Geruch nach Phenylisocyanat.

14. Phenol (Carbolsäure) scheidet sich im Harn zum grössten Theile als Phenolschwefelsäure aus. Der Harn ist grünlichbraun gefärbt und wird beim Stehen noch dunkler. Die dunkle Farbe des Phenolharns hängt nach *Baumann* mit der Bildung von Hydrochinon zusammen; letzterer giebt bei weiterer Oxydation die braungefärbten (noch nicht näher bekannten) Substanzen.

Nachweis. Das Phenol kann nicht direct im Harn nachgewiesen werden (da derselbe kein freies Phenol enthält), sondern muss erst isolirt werden. Da aber der normale Harn auch geringe Mengen von Phenolverbindungen enthält (circa 0,03 in der Tagesmenge), so wird nur eine starke Vermehrung derselben für das Vorhandensein einer Carbolvergiftung beweisend sein. Zur Isolirung des Phenols destillirt man eine grössere Menge Harn nach Zusatz von Schwefelsäure (auf 100 Ccm. 5—10 Ccm. Schwefelsäure) so lange, bis das aus der Aetherschwefelsäure abgespaltene Phenol abdestillirt ist.* Man neutralisirt das Destillat mit reinem kohlensauren Natron und destillirt nochmals. Mit dem Destillat werden folgende Proben ausgeführt:

1. Nach Zusatz einiger Tropfen einer neutralen Eisenchloridlösung blauviolette Färbung.

2. Mit Bromwasser entsteht ein gelblich-weisser krystallinischer Niederschlag von Tribromphenolbrom. Der Niederschlag löst sich in Natronlauge und wird aus der alkalischen Lösung durch Salzsäure wieder als Tribromphenol in gelben krystallinischen Nadeln ausgefällt.

3. Mit salpetriger Säure scheidet sich Stickstoff aus.

4. Phenol giebt die *Millon*'sche Reaction (s. o.).

---

* Man erkennt es daran, dass das Destillat mit Bromwasser keine Trübung resp. Niederschlag mehr giebt.

III. Nachweis der wichtigsten normalen Bestandtheile des Harns.

Harnstoff, $CO\langle{NH_2 \atop NH_2}$. Die qualitative Prüfung auf Harnstoff hat eine praktische Bedeutung, wenn irgend eine Flüssigkeit als Harn identificirt werden muss.

Man dampft 25—50 Ccm. Harn in einer Porzellanschale auf dem Wasserbade bis zum leichten Sirup ein. Nach dem Erkalten giebt man einige Cubikcentimeter reiner Salpetersäure zu, wobei ein krystallinischer Niederschlag von salpetersaurem Harnstoff entsteht. Unter dem Mikroskop sieht man typisch aufeinander gelagerte rhombische Tafeln. Hat man nur wenig Flüssigkeit, so bringt man einige Tropfen auf einen Objectträger, setzt einen Tropfen Salpetersäure zu und erwärmt vorsichtig über einer kleinen Flamme. Nach dem Erkalten scheiden sich Krystalle von salpetersaurem Harnstoff aus. Aus dem salpetersauren Harnstoff kann man reinen Harnstoff in folgender Weise darstellen: Man sammelt den Niederschlag auf einem Filter, presst ihn zwischen Filtrirpapier und löst ihn in einer geringen Menge Wasser. Dann zerlegt man den salpetersauren Harnstoff mit kohlensaurem Baryt, zieht aus der getrockneten Masse den Harnstoff mittels absolutem Alkohol aus und entfärbt die Flüssigkeit mit Thierkohle. Aus der farblosen, durch Erwärmen concentrirten, alkoholischen Lösung krystallisirt der Harnstoff beim Erkalten in Nadeln aus. Für den reinen Harnstoff ist charakteristisch die Biuretreaction: Man erhitzt einige Krystalle vorsichtig in einem trockenen Reagensglas, bis sie geschmolzen sind; es entsteht hierbei Ammoniak und Biuret (Amid der Allophansäure), welches in Wasser gelöst die Biuretreaction in typischer Weise giebt.

Harnsäure. 50—100 Ccm. Harn werden durch Zusatz von Salzsäure stark sauer gemacht. Nach mehrstündigem Stehen scheidet sich die Harnsäure in Gestalt gelbbraun gefärbter Krystalle ab. Man sammelt die Krystalle auf einem Filter, wäscht sie mehrmals mit Wasser aus, bringt einen Theil auf ein Porzellanschälchen und führt mit ihnen die Murexidprobe aus. Man versetzt die Krystalle auf dem Porzellanschälchen mit 2—3 Tropfen concentrirter Salpetersäure, erhitzt vorsichtig, bis die Salpetersäure verdampft ist. Der trockene Rückstand färbt sich mit einem Tropfen Ammoniak purpurroth, mit Kalilauge violett. Beim Erwärmen verschwindet die violette Farbe rasch (Unterschied von Xanthinkörpern).

Kreatinin. 10—15 Ccm. Harn versetzt man mit einigen Tropfen frisch bereiteter, verdünnter Natriumnitroprussidlösung und verdünnter Natronlauge; es entsteht eine rubinrothe Färbung der Flüssigkeit, welche allmählich in strohgelb übergeht. Behandelt man die gelb gewordene Flüssigkeit mit Eisessig (5—10 Tropfen) und erhitzt, so färbt sie sich zunächst grün, dann blau; bei längerem Stehen bildet sich ein blauer Niederschlag.

Salzsäure (Chloride). 10—15 Ccm. filtrirten, eiweissfreien Harns versetzt man mit 2—3 Tropfen Salpetersäure und einer verdünnten wässerigen Silbernitratlösung. Es entsteht ein weisser Niederschlag von Chlorsilber, der sich auf Zusatz von Ammoniak wieder löst. Aus der Menge des Chlorsilberniederschlages kann man einen ungefähren Schluss auf den Chlorgehalt ziehen.

Phosphorsäure. Man versetzt den Harn mit Kalilauge oder Ammoniak und erhitzt zum Kochen; es fallen dabei die Erdphosphate aus, während die Alkaliphosphate in Lösung bleiben. Man trennt die letzteren von den ausgefallenen Erdphosphaten durch Filtriren und versetzt das Filtrat mit Essigsäure und Uranacetat oder Urannitrat; es entsteht ein gelber Niederschlag von phosphorsaurem Uran. Die phosphorsauren Salze werden aus dem Urin ausserdem durch folgende Reagentien gefällt:

1. durch Silbernitrat in neutraler Lösung;
2. durch Chlorcalcium oder Chlorbaryum;
3. durch Magnesiamischung;
4. durch Ammoniummolybdat in salpetersaurer Lösung.

Schwefelsäure (Sulfate). Die Schwefelsäure kommt im Harn in zweierlei Form vor: 1. in Form von Salzen der anorganischen Basen, die sogenannte präformirte Schwefelsäure; 2. in Verbindung mit aromatischen Körpern — gepaarte Schwefelsäuren oder Aetherschwefelsäuren.

Nachweis. Man versetzt 20—30 Ccm. Harn mit Essigsäure und Chlorbaryum; ein weisser Niederschlag von Baryumsulfat beweist das Vorhandensein von präformirter Schwefelsäure. Man filtrirt, versetzt das Filtrat mit Salzsäure und kocht. Die Aetherschwefelsäure wird dadurch von ihren aromatischen Paarlingen getrennt und wird durch das noch im Ueberschuss vorhandene Chlorbaryum gefällt. Es entsteht daher eine Trübung der Flüssigkeit, welche die Gegenwart von gepaarten Schwefelsäuren beweist.

Verhalten des normalen Harns zu Reagentien.

1. Zusatz von Säuren ruft beim Erwärmen eine Dunkelfärbung hervor; beim Stehen scheiden sich Harnsäurekrystalle aus.

2. Aetzalkalien (Natrium-Kalihydrat oder Ammoniak): Trübung und Ausscheidung von Erdphosphaten.

3. Basisches Bleiacetat (Bleiessig) giebt einen dicken weissen Niederschlag, welcher hauptsächlich aus Chlorblei, phosphor- und schwefelsaurem Blei besteht; Farbstoffe werden dabei auch ausgefällt, so dass bei Zuthat einer grösseren Menge von Bleiessig das Filtrat vollkommen farblos wird.

4. Silbernitrat: weisser Niederschlag von Chlorsilber und phosphorsaurem Silber. In Salpetersäure löst sich das phosphorsaure Silber auf, während das Chlorsilber unlöslich ist.

5. Chlorbaryum bewirkt eine Fällung von phosphor- und schwefelsaurem Baryt. In Salzsäure löst sich das phosphorsaure Baryt auf.

6. Eisenchlorid fällt in Gegenwart von Natriumacetat die Phosphate aus.

7. Alkohol bewirkt eine Trübung, welche beim Verdünnen mit Wasser verschwindet.

8. Beim Kochen behält der Harn meist seine saure Reaction und bleibt klar; wird aber die Reaction neutral oder alkalisch, so entsteht eine Trübung und Ausscheidung von Erdphosphaten, welche nach Zusatz von Essigsäure sich leicht wieder lösen.

IV. Uebersichtlicher Gang der qualitativen chemischen Untersuchung des Harns.

Die qualitative chemische Untersuchnng des Harns muss den Zweck verfolgen, sämmtliche für die Diagnose verwerthbare Abweichungen des Urins von der Norm festzustellen. Daher darf die Urinuntersuchung sich nicht auf einzelne Bestandtheile (Eiweiss oder Zucker) beschränken, sondern muss, ebenso wie die klinische Untersuchung des Kranken, in gewisser Reihenfolge und nach einem gewissen Schema vorgenommen werden, damit keine Eigenschaften oder Bestandtheile, welche für die Diagnose wichtig sind, übersehen werden.

Der nachstehende schematische Gang der chemischen Harnuntersuchung entspricht im allgemeinen den oben gestellten Forderungen und ermöglicht, bei aufmerksamer und sorgfältiger Ausführung alle für die klinische Diagnose in Betracht kommenden Eigenschaften und Bestandtheile des Harns zu bestimmen.

(Die Bestimmungen, welche bei jeder Harnuntersuchung auszuführen sind, sind fett gedruckt.)

1. **Farbe.** Zeigt die Farbe des Harns deutliche Abweichungen von der Norm, so muss die Ursache der Färbung festgestellt werden, d. h. es müssen specielle Reactionen auf abnorme und pathologische Farbstoffe oder Arzneimittel, welche die Farbe hervorrufen können, vorgenommen werden (Blut, Gallenfarbstoff, Urobilin, Indigroth, Chrysophansäure, Salicylsäure, Methylenblau, Hämatoporphyrin).
2. **Durchsichtigkeit.** Ist der Harn trübe, so muss die Ursache der Trübung festgestellt werden.
3. **Reaction.**
4. **Specifisches Gewicht.**
5. **Menge** (24stündige).
6. **Eiweiss.** (*Heller*'sche Schichtprobe, Kochprobe mit Kochsalz und Essigsäure, Sulfosalicylsäureprobe. Letztere muss stets erwärmt werden. Verschwindet die Trübung beim Erwärmen, so sind höchst wahrscheinlich Albumosen vorhanden. Bei Vorhandensein von Spuren Eiweiss muss eine Verwechslung mit Mucin und Nucleoalbumin ausgeschlossen werden (Probe mit Essigsäure in der Kälte). Ueberhaupt müssen bei dem Eiweissnachweis alle möglichen Fehlerquellen berücksichtigt werden.)
7. Albumosen. Liegt ein Verdacht auf Vorhandensein von Albumosen vor (nach der Sulfosalicylsäureprobe), so werden dieselben nach der Methode von *Salkowski* oder *Aldor* nachgewiesen.
8. Mucinähnliche Substanz, Nucleoalbumin (vergl. Eiweiss).
9. **Traubenzucker.** Proben nach *Nylander* und *Fehling*. Bei undeutlichen Resultaten Gährungsprobe, Phenylhydrazinprobe und Polarisation. Hat sich die reducirende Substanz nicht als Traubenzucker erwiesen, so müssen Reactionen auf
10. andere Kohlenhydrate (Pentosen, Milchzucker, Fruchtzucker, Glykuronsäureverbindungen) vorgenommen werden. Sind solche auch nicht vorhanden, so ist die Reduction entweder auf Arzneimittel oder Vermehrung der normalen reducirenden Substanzen zurückzuführen.

11. Aceton. *Legal*'sche und *Lieben*'sche Probe. Die Acetonproben müssen in jedem zuckerhaltigen Urin ausgeführt werden. Ist Aceton nachweisbar, so folgt der Nachweis von
12. Acetessigsäure (*Gerhardt*'sche Probe) und β-Oxybuttersäure.
13. **Indican** (nach *Jaffé*). Wir empfehlen, den Nachweis von Indican bei jeder Urinuntersuchung auszuführen, erstens weil eine Vermehrung desselben einen nicht zu unterschätzenden klinischen Werth hat, zweitens weil bei der Indicanprobe gleichzeitig Jod, Brom und Chrysophansäure gefunden werden.
14. Blutfarbstoff, Gallenfarbstoff, Urobilin, Hämatoporphyrin.
15. **Diazoreaction.**
16. Zufällige Bestandtheile. Wir führen in jedem Urin die **Eisenchloridprobe** aus, weil erstens durch diese Probe leicht Salicylsäure nachweisbar ist, zweitens weil dadurch Acetessigsäure und Aceton bei Abwesenheit von Zucker nicht übersehen werden. Erhalten wir bei dieser Probe eine kirschrothe Färbung, so suchen wir stets im Harn Aceton und Acetessigsäure.

Die mikroskopische Untersuchung des Harnsediments soll ebenfalls einen unentbehrlichen Theil der Harnuntersuchung bilden.

Sind bei der mikroskopischen Untersuchung Krystalle von Cystin oder Tyrosin sichtbar, so muss der Befund auf chemischem Wege bestätigt werden; bei Anwesenheit von Tyrosin wird gleichzeitig nach Leucin gesucht.

V. Untersuchung der Harnsteine und Harnconcremente.

Nach dem wesentlichen Bestandtheil unterscheidet man:

1. Uratsteine, welche aus freier Harnsäure, saurem harnsauren Natron oder (seltener) aus harnsaurem Ammoniak bestehen.

2. Phosphatsteine bestehen hauptsächlich aus phosphorsauren Salzen des Kalks, Magnesia und kohlensaurem Kalk.

3. Oxalatsteine aus oxalsaurem Kalk.

4. Cystin- und Xanthinsteine (sehr seltene Concretionen).

5. Gemischte Steine bestehen aus Schichten verschiedener Zusammensetzung.

Allgemeine Eigenschaften.

Farbe. Uratsteine sind gelb bis dunkelbraunroth gefärbt, Phosphatsteine von weisser, grauer bis graugelblicher Farbe, Oxalatsteine sind meist braunroth bis schwarz gefärbt, es finden sich auch solche von weisser oder grauer Farbe (kleinere Steine). Cystinsteine sind blassgelb, Xanthinsteine hellbraun.

Oberfläche. Oxalatsteine haben eine rauhe, bucklige oder warzige Oberfläche (maulbeerartig); Uratsteine haben eine weniger rauhe, Phosphatsteine meist eine sandige, ziemlich glatte Oberfläche. Cystin- und Xanthinsteine sind meist glatt.

Consistenz. Die weichsten sind die Cystin- und Phosphatsteine. Letztere sind von einer mehr oder weniger erdigen, kreidigen Beschaffenheit und ziemlich brüchig. Cystinsteine sind wachsweich, Uratsteine sind viel härter, die härtesten sind die Oxalatsteine.

Chemische Untersuchung.

Für die Untersuchung wird der Stein mit einer Laubsäge in zwei gleiche Theile zersägt, die Oberfläche des Querschnittes etwas abgeschliffen und mit Wasser abgespült. Es treten dann die Schichten, aus welchen der Stein zusammengesetzt ist, und der Kern deutlich hervor. Zur chemischen Untersuchung schabt man von jeder Schicht und dem Kern mit dem Messer etwas ab und untersucht jede Schicht gesondert. Sind auf dem Querschnitte die Schichten und der Kern nicht deutlich, so zerschlägt man den Stein und zerreibt einen Theil im Mörser zu feinem Pulver.

Eine kleine Probe des Pulvers erhitzt man auf einem Platinblech oder Platinspatel. Diese vorläufige Probe bestimmt den weiteren Gang der chemischen Untersuchung, da dabei das Vorwiegen organischer oder anorganischer Substanzen im zu prüfenden Steine festgestellt wird. Es können hierbei zwei Fälle vorkommen:

1. Die Probe verbrennt fast ganz und es bleibt kein oder nur ein sehr geringer Rückstand, d. h. der Stein besteht hauptsächlich aus organischen Substanzen. Solche Steine können aus Harnsäure, harnsauren Salzen, Xanthin oder Cystin bestehen. Urat- und Xanthinsteine verbrennen ohne Flamme mit einem Geruch nach Blausäure, Cystinsteine mit bläulicher Flamme und Geruch nach schwefeliger Säure.

Um mit Sicherheit festzustellen, welche von den genannten organischen Substanzen die Hauptmasse des Steines bildet, dampft man eine zweite Probe in einer Porzellanschale mit einigen Tropfen Salpetersäure zur Trockne ein. Giebt der Rückstand mit einem Tropfen Ammoniak eine purpurrothe und mit Natronlauge eine blauviolette Färbung (Murexidprobe), so handelt es sich um Harnsäure, harnsaures Ammon oder andere Urate. Wenn die ursprüngliche Substanz mit Kalilauge Ammoniak entwickelt, so besteht der Stein aus harnsaurem Ammon, fällt die Probe auf Ammoniak negativ aus und verbrennt der Stein beim Glühen vollkommen, so handelt es sich um reine Harnsäure. Andere harnsaure Salze hinterlassen beim Glühen einen geringen Rückstand.

Erhält man bei der Murexidprobe mit Ammoniak keine Färbung und mit Natronlauge eine schön rothe Farbe, so besteht der Stein aus Xanthin. Cystinsteine geben bei der Murexidprobe weder mit Ammoniak noch mit Natronlauge eine Färbung. Sie unterscheiden sich dadurch, dass sie leicht in Ammoniak löslich sind, wobei nach langsamem Verdunsten des Ammoniaks sich sehr charakteristische sechsseitige Tafeln abscheiden.

2. Die Probe verbrennt gar nicht oder schwärzt sich nur und hinterlässt nach dem Glühen einen bedeutenden Rückstand. Der Stein kann in diesem Falle hauptsächlich aus Phosphaten, Carbonaten oder Oxalaten bestehen.

Man löst eine Probe bei gelindem Erwärmen in verdünnter Salzsäure, wobei der grösste Theil des Pulvers gelöst wird. Ungelöst bleibt nur die organische Grundsubstanz und die eventuell in geringer Menge vorhandene Harnsäure. Man lässt die Probe erkalten (zur Abscheidung der Harnsäure), filtrirt, verdünnt das Filtrat mit Wasser und versetzt

mit Ammoniak bis zur stark alkalischen Reaction. Entsteht bei Zusatz von Ammoniak ein Niederschlag, so kann derselbe aus

a) Erdphosphaten (phosphorsaurer Kalk und Magnesia),
b) Tripelphosphat (phosphorsaure Ammoniak-Magnesia) oder
c) oxalsaurem Kalk bestehen.

Man trennt den Niederschlag von der Flüssigkeit (am besten durch Centrifugiren) und löst denselben in Essigsäure. Tripelphosphate und Erdphosphate werden dabei gelöst, während oxalsaurer Kalk ungelöst bleibt und mikroskopisch nachgewiesen werden kann.

Mit der abfiltrirten essigsauren Lösung führt man folgende Proben aus: 1. Man versetzt eine Hälfte der Flüssigkeit mit Ammoniummolybdat und Salpetersäure und erwärmt auf 60°, es entsteht ein gelber Niederschlag (Reaction auf Phosphorsäure). 2. Zu der anderen Hälfte setzt man Natronlauge zu, es entsteht ein Niederschlag, welcher mikroskopisch untersucht wird; erscheint bei der mikroskopischen Untersuchung der Niederschlag amorph oder es finden sich Krystalle von neutralem phosphorsauren Kalk, so handelt es sich um Erdphosphate; findet man dabei Krystalle vom Tripelphosphat oder phosphorsaurer Magnesia, so bestand der Stein aus diesen Salzen.

Entsteht bei Zusatz von Ammoniak zu der salzsauren Lösung des Steines kein Niederschlag, so handelt es sich um Calcium- oder Magnesiumcarbonat.

Eine Probe des Steines wird mit Salzsäure betupft: es muss dabei eine Gasentwicklung (Aufbrausen) durch Ausscheidung von Kohlensäure entstehen. Man versetzt jetzt eine Hälfte der ammoniakalischen Flüssigkeit mit oxalsaurem Ammon; bildet sich dabei ein Niederschlag von oxalsaurem Kalk, so ist Calciumcarbonat vorhanden. Zu der anderen Hälfte setzt man eine Natriumphosphatlösung zu; wenn dabei ein Niederschlag von Tripelphosphat entsteht, so ist Magnesiumcarbonat nachgewiesen.

Der in Salzsäure unlösliche Rest des Steines muss auf Harnsäure mittels der Murexidprobe geprüft werden.

Die quantitative chemische Untersuchung des Harns.

Von Dr. **Ferdinand Blumenthal.**

1. Die Bestimmung der Acidität des Harns.

10 Ccm. frischen oder durch Zusatz von Thymollösung conservirten Harns werden in einem Becherglas mit 3—4 Tropfen Phenolphthalein versetzt, dann wird aus einer Bürette Zehntelnormalnatronlauge zugelassen, bis eine deutliche rothe Nuance bestehen bleibt. Die erhaltene Zahl der zugesetzten Cubikcentimeter Zehntelnatronlauge wird auf den Tagesurin umgerechnet und die Acidität in der entsprechenden Menge Normalsalzsäure oder in Grammen Salzsäure ausgedrückt.

2. Bestimmung der Alkalescenz.

Die Alkalescenz des Harns wird durch Zusatz von Zehntelnormalsäure ermittelt unter Zusatz von Alizarinroth, bis dasselbe gelb wird. Die Methoden sind wenig genau. Der Nachweis der Säuremenge, resp. Alkalescenz des Harns hat kaum eine klinische Bedeutung.

3. Quantitative Bestimmung der Chloride nach Mohr.

Es wird hierzu Silberlösung angewandt, von der jeder Cubikcentimeter einem Centigramm Chlornatrium entspricht. Die Silberlösung wird so bereitet, dass 29,075 Grm. in 1 Liter Wasser aufgelöst werden. Die Bestimmung geschieht in folgender Weise: 10 Ccm. Harn werden in einem Kolben, der auf weisses Papier zu setzen ist, mit etwa 100 Ccm. Wasser versetzt, dann fügt man einige Cubikcentimeter einer Kaliumchromatlösung hinzu bis zur Gelbfärbung; nunmehr lässt man aus einer Bürette Silberlösung hinzufliessen, bis die anfänglich entstehende Rothfärbung verschwunden ist. Die erste Spur von bleibender Orangerothfärbung zeigt das Ende der Titrirung an. Da jeder verbrauchte Cubikcentimeter der Silberlösung einem Centigramm Kochsalz entspricht, so wird der erhaltene Werth mit 10 zu multipliciren sein, um den Procentgehalt des Harns an Kochsalz zu erhalten.*

---

* *Salkowski*, Practicum der physiologischen und pathologischen Chemie. Berlin, Hirschwald, 1900, 2. Auflage.

Verminderung der Chloride finden wir im Fieber, namentlich bei Pneumonie und bei der Bildung von Ex- und Transsudaten.

Vermehrung ist vorhanden bei Resorption von Trans- und Exsudaten und in der Reconvalescenz der Pneumonie. Pro Tag werden bei gewöhnlicher Kost 10—15 Grm. Chloride ausgeschieden.

Fehlen der Chloride bei Inanition oder bei mit Kachexie einhergehenden Krankheiten ist ein Zeichen nahenden Todes.

4. Phosphate.

Der quantitative Nachweis der Phosphorsäure ($P_2 O_5$) geschieht in folgender Weise: Zu 25 Ccm. Harn lässt man aus einer Bürette essigsaure Uranlösung von bestimmtem Titer* hinzufliessen, setzt genau 5 Ccm. essigsaure Mischung (100 Grm. Natriumacetat, 100 Ccm. Acid. acet. dil.) hinzu und erwärmt das Ganze bis zum leichten Sieden. Nunmehr entnimmt man mit einem Glasstabe eine Probe, die man zu einer frischen Cochenilletinctur auf einer Porzellanplatte zusetzt. Man lässt so lange Uranlösung hinzufliessen, bis die Cochenilletinctur sich grünblau färbt. Jeder verbrauchte Cubikcentimeter der Uranlösung bedeutet 0,005 Grm. Phosphorsäureanhydrid (P_2O_5). Anstatt Cochenilletinctur kann man Ferrocyankaliumlösung nehmen (5—10%ige). Der geringste Ueberschuss von Uranoxyd ruft dann eine rothbraune Färbung hervor.

Vermehrung der Phosphate findet sich bei nuclein- und lecithinreicher Nahrung. Besonders vermehrt sollen sie bei Meningitis sein. Constante vermehrte Ausscheidung der Phosphate kommt vor bei einer auf nervöser Grundlage beruhenden Stoffwechselanomalie der Phosphaturie.

5. Kali und Natron.

Kali und Natron werden beim Gesunden, das erstere in Menge von circa 2,3—4 Grm., das letztere von circa 4,7 Grm. pro Tag ausgeschieden. Im Fieber ist nach *Salkowski* die Kaliausscheidung gegenüber der Natronausscheidung vermehrt, d. h. das Verhältnis zwischen beiden gestört, wobei aber immer noch an absoluter Menge mehr Natron ausgeschieden wird als Kali. Auch bei starker Muskelthätigkeit ist die Kalimenge im Harn gesteigert, während sie bei der Nephritis häufig verringert ist. Zum Nachweis der Kali- und Natronsalze fällt man 200 Ccm. Harn nach *Salkowski* und *I. Munk* mit dem gleichen Volumen einer Mischung von 2 Volumina Bariumhydrat und 1 Volumen Chlorbarium, verdunstet vom Filtrat 50—100 Ccm. in einer Platinschale und verascht den Rückstand bei kleiner Flamme unter Umrühren mit einem Platinspatel. Die Asche wird mit Wasser und einigen Tropfen Salzsäure erwärmt, dann mit Ammoniak alkalisch gemacht und mit kohlensaurem Ammon ausgefällt. Filter und Waschwasser werden zur Trockne verdampft und der Rückstand gelinde geglüht. Dieser wird nunmehr in Wasser aufgenommen, nochmals mit Ammoniak und kohlensaurem Ammon behandelt und das Filtrat mit Salzsäure in einer kleinen gewogenen Platinschale verdampft. Der Rückstand wird gelinde geglüht

* Diese Uranlösung kann man fertig von *Kahlbaum*, Berlin, Schlesische Str. 35, beziehen.

und gewogen. — Die gebrauchten Reagentien dürfen keine Alkalien enthalten; Chlorbarium und Bariumhydrat werden auf dieselben geprüft indem man eine Lösung derselben heiss mit verdünnter Schwefelsäure ausfällt, die Flüssigkeit möglichst klar vom Niederschlag abgiesst und in einer Platinschale zur Trockne verdampft; der Rückstand wird gewogen. Der wässrige Auszug desselben darf mit Chlorbarium keinen Niederschlag geben. Muss der Auszug vorher filtrirt werden, so verwendet man dazu aschefreie Filter. Durch Umkrystallisiren erhält man die Verbindung rein. — Man löst die Gesammtchloride in wenig Wasser, versetzt die Lösung in einer Porzellanschale mit soviel Platinchlorid, dass beide Chloride von diesem gebunden werden und noch ein kleiner Ueberschuss vorhanden ist, und verdunstet im Wasserbad, bis die Lösung beim Erkalten erstarrt. Der Rückstand wird mit einigen Tropfen Wasser befeuchtet, so dass sich das Natriumplatinchlorid gerade löst, dann mit einer Mischung von 1 Volumen Aether und 4 Volumina absoluten Alkohols übergossen und einige Zeit stehen gelassen. Die Flüssigkeit wird durch ein kleines getrocknetes Glas-Wollfilter filtrirt und das rückständige Kaliumplatinchlorid erst durch Decantiren, dann auf dem Filter mit Aether-Alkohol gewaschen. Das Glas-Wollfilter mit dem Niederschlag wird wieder getrocknet und nach dem Erkalten im Exsiccator gewogen. Aus dem gewogenen Kaliumplatinchlorid berechnet man die entsprechende Menge Chlorkalium (100 Theile Kaliumplatinchlorid entsprechen 30,68 Theilen Chlorkalium) und zieht dieses von der gesammten Menge der Chloralkalien ab. Aus der Differenz ergiebt sich die Quantität des Chlornatriums. Die gefundene Menge Chlorkalium giebt mit 0,3617 multiplicirt die entsprechende Menge K_2O; die des Chlornatrium multiplicirt mit 0,5302 die entsprechende Menge Na_2O.

6. Ammoniak.

Die Menge des täglich ausgeschiedenen Ammoniaks beträgt beim Erwachsenen 0,6—0,8 Grm., wobei bei pflanzlicher Kost weniger als bei thierischer ausgeschieden wird. Sehr wichtig ist bei der Bestimmung des Ammoniaks das Verhältnis zum Gesammtstickstoff. Bei Leberkrankheiten ist dasselbe gestört, indem mehr Ammoniak im Harn erscheint als normal, im Verhältnis zum ausgeschiedenen Stickstoff. Auch bei Infectionskrankheiten beobachtet man eine solche vermehrte Ausscheidung.

Bestimmung nach *Schlösing*: Man bringt in das Krystallisationsschälchen des *Schlösing*'schen Apparats 25 Ccm. filtrirten Harns; in das Porzellanschälchen desselben 10 Ccm. Viertelnormalsäure oder Zehntelnormalsäure, setzt dann zu dem Harn etwa das gleiche Volumen Kalkmilch und bedeckt schnell mit der Glasglocke. Nach 2—3mal 24 Stunden spült man den Inhalt des oberen Schälchens in ein Becherglas, mischt gut durch und titrirt mit Viertel-, resp. Zehntelnormalnatronlauge wieder zurück. Die Differenz entspricht dem aus dem Harn entwickelten Ammoniak. 1 Ccm. Zehntelnormalsäure = 0,0017 Ammoniak, 1 Ccm. Viertel-Normalsäure = 0,00425 Ammoniak. Wendet man 25 Ccm. Harn und Viertelnormalsäure an, so ergiebt die Multiplication der Differenz der Cubikcentimeter mit 0,017 die Quantität des Ammoniaks in 100 Ccm.

Harn. Man prüfe einen etwaigen Wasserbeschlag auf der Glocke auf alkalische Reaction. Reagirt er alkalisch, so spült man die Glocke mit Wasser ab und nimmt das Spülwasser mit zum Titriren.

7. Schwefelverbindungen.

Ein Theil derselben erscheint als präformirte Schwefelsäure in Form von schwefelsauren Salzen, ein kleinerer Theil als Aetherschwefelsäure, d. h. als gepaarte oder gebundene Schwefelsäure; ein ganz geringer Theil als neutraler Schwefel. Die Menge des neutralen oder nicht oxydirten Schwefels beträgt 15% des Gesammtschwefels. Das Verhältnis der Stickstoffausscheidung zur Schwefelsäureausscheidung ist constant, nämlich 5:1.

Bestimmung des Gesammtschwefels und neutralen Schwefels.*

50 Ccm., bei concentrirtem Harn 25 Ccm., werden auf dem Wasserbad in einer Platinschale auf ein kleines Volumen eingedampft, dann mit 20 Grm. Salpetermischung (3 Gewichtstheile Kalisalpeter, 1 Gewichtstheil Natriumcarbonat) vorsichtig von der Seite her bis zum völligen Schmelzen und Weisswerden der Schmelze erhitzt. Wegen des Schwefelgehaltes des Leuchtgases ist hierbei eine Spiritusflamme vorzuziehen. Die Schmelze wird in Wasser gelöst, in einen Kolben gegossen, nachgespült, in den Kolben vorsichtig und allmählich durch einen Trichter 100 Ccm. Salzsäure eingegossen. Weiterhin: Erhitzen auf dem Sandbad bei aufgesetztem Trichter, bis die Gasentwicklung ganz aufgehört hat. Uebertragung in eine Porzellanschale, Eindampfen bis zur Trockne, Uebergiessen unter Umrühren mit 100 Ccm. Salzsäure und Wiedereindampfen; diese Operation wird nochmals wiederholt. Aufnahme des trockenen Rückstandes in Wasser, Filtriren (Kieselsäure) in ein Becherglas, Erhitzen auf dem Drahtnetz bis zum beginnenden Sieden, vorsichtiger Zusatz von 10 Ccm. heisser Chlorbaryumlösung, Filtriren am nächsten Tage etc., wie bei der Bestimmung der Gesammtschwefelsäure. Die Subtraction des durch die Bestimmung der Gesammtschwefelsäure enthaltenen Schwefels von dem Gesammtschwefel ergiebt den neutralen Schwefel.

Bestimmung der Gesammtschwefelsäure.*

100 Ccm.** filtrirten, ganz klaren Harns werden mit 10 Ccm. Salzsäure im Becherglas auf dem Drahtnetz zum Sieden erhitzt, circa 10 Minuten in gelindem Sieden erhalten, dann die Flamme entfernt und nach einigen Minuten vorsichtig mit 10—15 Ccm. vorher erhitzter Chlorbaryumlösung versetzt, dann am besten bis zum nächsten Tage stehen gelassen, damit das Baryumsulfat sich gut absetzt. Geht dieses nicht an, so erhitzt man das Becherglas so lange auf dem Wasserbad, bis der schwefelsaure Baryt sich abgesetzt hat und die Flüssigkeit ganz klar erscheint. Man filtrirt, eventuell nach dem Erwärmen auf dem Wasserbad, durch ein kleines, aschefreies, dichtes Filter von 9 Cm.

* Geschildert nach *E. Salkowski,* Practicum etc.

** Bei concentrirtem Harn genügen 50 Ccm. + 50 Ccm. Wasser.

Durchmesser und bringt den Niederschlag mit Hilfe des Gummiwischers vollständig auf das Filter. Das Filtrat muss zwar klar sein, ist es das nicht, so klärt man es durch wiederholtes Zurückgiessen auf das Filter. Man prüft das klare Filtrat durch Zusatz von Schwefelsäure auf genügenden Chlorbaryumzusatz, wäscht dann mit warmem Wasser so lange, bis eine Probe des zuletzt aufgefangenen Waschwassers mit Silberlösung sich nicht mehr trübt, giesst das Filter zur Entfernung von Farbstoff (namentlich Indigoblau und -roth) und Trocknung ein- bis zweimal voll Alkohol absolut., dann einmal voll Aether.

Zur Bestimmung der Menge des so erhaltenen schwefelsauren Baryts bringt man das Filter, das nach einigen Minuten völlig trocken ist, sammt Niederschlag in einen gewogenen Platintiegel, erhitzt anfangs bei fast völlig aufgelegtem Deckel gelinde, dann bei etwas weiterer Oeffnung stark circa 5 Minuten lang oder auch länger (bei dickerem Papier), jedenfalls so lange, bis der Inhalt des Tiegels völlig weiss erscheint, lässt erkalten und wägt. Die Differenz zum früheren Gewicht ergiebt die Quantität des schwefelsauren Baryts. Das Gewicht desselben mit 0,4206 multiplicirt, ergiebt die Quantität der Schwefelsäure, mit 0,34335 multiplicirt, die Quantität des Schwefelsäureanhydrids.

Organische Bestandtheile.

8. Oxalsäure.

Die Menge der ausgeschiedenen Oxalsäure ist abhängig von der Menge der aufgenommenen; nach der Methode von *Salkowski* werden beim Menschen bei gemischter Diät 0,128 Grm. ausgeschieden. Als an Oxalsäure reiche Nahrung sind Paradiesäpfel, Spinat, Spargel, Kohl, Obst, Honig, Thee zu betrachten. Nach Zuckerzufuhr ist die Oxalsäure vermehrt, ebenso nach Leimzufuhr.

Zum Nachweis der Oxalsäure werden 500 Ccm. Harn nach dem von *Salkowski* angegebenen Verfahren auf freiem Feuer bei kleiner Flamme bis auf etwa 150 Ccm. eingedampft, dann mit 20 Ccm. verdünnter Salzsäure und im Schütteltrichter mit dem gleichen Volumen alkoholhaltigen Aethers (9 Vol. Aether, 1 Vol. Alkohol absolut.) geschüttelt, der Aetherauszug sorgfältig abgetrennt und durch ein nicht angefeuchtetes Filter filtrirt. Das Ausschütteln wird ebenso noch einmal wiederholt. Die vereinigten Aetherauszüge werden in einem trockenen Kolben abdestillirt. Die im Kolben bleibende Flüssigkeit giesst man in eine Schale, spült den Kolben einmal mit Alkohol, dann mit Wasser nach und erhitzt solange auf dem Wasserbad unter Zusatz von etwas Wasser, bis der Geruch von Alkohol und Aether verschwunden ist. Die restirende wässerige Flüssigkeit, deren Volumen etwa 20 Ccm. betragen soll, lässt man erkalten, filtrirt von sich ausscheidenden, harzigen Substanzen ab, macht das Filtrat mit Ammoniak schwach alkalisch, setzt 1—2 Ccm. 10%iger Chlorcalciumlösung hinzu und säuert mit Essigsäure an. Der entweder sofort oder allmählich entstehende weisse Niederschlag von oxalsaurem Kalk ist bei schneller Ausscheidung krystallinisch, zeigt dann jedoch häufig nicht octaedrische, sondern die von *Feser* und *Friedberger* beschriebenen Formen (quadratische Prismen mit pyramidalen Endflächen).

9. Quantitative Bestimmung der flüchtigen Fettsäuren.

200 Ccm. Harn werden mit 50 Ccm. 20%iger Schwefelsäure versetzt und 100 Ccm. im absteigenden *Liebig*'schen Kühler abdestillirt. Das Destillat wird in 50 Ccm. Zehntelnormallauge aufgefangen, dem etwas Lackmuslösung oder Rosolsäure zugesetzt ist. Es werden im ganzen 100 Ccm. abdestillirt, dann wird der Harn im Destillationskolben noch je zweimal mit 100 Ccm. Wasser auf das frühere Volumen gebracht und jedesmal noch 100 Ccm. abdestillirt in die vorliegende Normallauge hinein. Mit Zehntelschwefelsäure wird das Destillat titrirt. Die verbrauchten Cubikcentimeter Zehntelschwefelsäure werden von der Anzahl der vorgelegten Cubikcentimeter Zehntelnatronlauge abgezogen. So erhält man die in 200 Ccm. Harn enthaltene Menge der flüchtigen Fettsäuren auf Zehntelschwefelsäure berechnet.

Bei diesem Verfahren könnten vielleicht sehr geringe Mengen Benzoesäure, die im Destillat vorhanden sind, mitbestimmt werden. Will man diese sicher vermeiden, so muss man das Destillat alkalisiren und auf einem Wasserbad zur Trockne verdampfen. Dann zieht man mit absolutem Alkohol den Rückstand aus, verdunstet das Filtrat, löst den Rückstand in wenig Wasser und säuert mit Schwefelsäure an. Man lässt über Nacht im Eisschrank stehen, filtrirt die eventuell ausgefallene Benzoesäure ab, wäscht mit Eiswasser nach, verdünnt das Filtrat auf 200 und setzt 50 Ccm. 20% H_2SO_4 zu. Nun destillirt man aufs Neue und weist im Destillat in der eben angegebenen Weise durch Titrirung die Menge der flüchtigen Fettsäuren nach.

Die flüchtigen Fettsäuren finden sich normal in einer Menge, welche 50—80 Ccm. Zehntel-Normalschwefelsäure entspricht. In der Regel sind sie im Fieber vermindert, und wenn sie im Fieber vermehrt sind, so ist dies ein Zeichen für abnorme Zersetzung, für Eiterung oder Hämorrhagien, welche der Einwirkung von Bakterien ausgesetzt sind, namentlich im Darm, oder von putriden Processen, wie Gangrän, bei abscedirender Angina und bei gangränöser Diphtherie. Ferner sind sie stark vermehrt bei der Resorption pneumonischer Exsudate, bei Carcinom und bei Diabetes melitus; vermindert bei Icterus.

10. Quantitative Untersuchung auf Zucker.

1. Polarisation.

Zur Untersuchung des optischen Verhaltens des Harns bedient man sich des *Soleil-Ventzke*'schen Polarisationsapparates. Man spült das Beobachtungsröhrchen erst mit Wasser aus, dann mit der zu untersuchenden Harnflüssigkeit, wenn dieselbe klar und hell ist. Ist dies nicht der Fall, so muss man erst den Harn mit gepulvertem, neutralem Bleiacetat (auf circa 50 Ccm. Harn einige Messerspitzen) oder Thierkohle entfärben, indem man ihn mit diesen Substanzen durchschüttelt. Man filtrirt durch ein nicht angefeuchtetes Filter. Geht der Harn trübe durch, dann muss man das Filtrat auf das Filter zurückgiessen, so lange bis er klar durchgeht. Hierbei giesse man auf dem Filter nur bis zur früheren Flüssigkeitsmenge auf, weil nur in diesem Theile die Poren genügend verstopft sind, um die Trübung zurückzuhalten. Wenn man das Beobachtungsröhrchen mit dem Harn füllt, so achte

man darauf, dass die Flüssigkeit eine Kuppe über dem Röhrchen bildet; nun schiebt man von der Seite her die absolut trockene und gereinigte Deckplatte auf (zur Entfernung von anhaftendem Blei benütze man verdünnte Salpetersäure), so dass keine Luftblase in dem Röhrchen ist. Dann fügt man die Messingplatte darüber. Nunmehr kann die Ablesung erfolgen. Eiweisshaltiger Harn muss erst enteiweisst werden (Aufkochen mit einigen Tropfen verdünnter Essigsäure). Man stellt an der Scala den Nullpunkt ein und dreht, wenn man nach Einlegen des Beobachtungsröhrchens rechts oder links eine Verdunklung sieht, so lange, bis beide Quarze gleich hell sind. Die Scala zeigt die Procente an.

Die Resultate fallen bis $^1/_2$% zu klein aus, da β-Oxybuttersäure und gepaarte Glykuronsäure vorhanden sein können, welche links drehen; bei Gegenwart von Lävulose (*Seliwanoff*'sche Probe) können die Fehler noch grösser werden. Will man genaue Bestimmungen haben, so vergährt man den Harn (Gährungsprobe) und bestimmt danach die Linksdrehung desselben. Man addirt den Werth zu der erhaltenen Rechtsdrehung. Für die Praxis ist das Polarisationsverfahren genau genug. Geringe Mengen Eiweiss stören nicht; grössere müssen durch Kochen und nachheriges Filtriren entfernt werden.

2. Die Gährungsprobe.

Von den im Harn vorkommenden Zuckerarten gähren nur der Traubenzucker, die Maltose und die Lävulose in den ersten 12 bis 15 Stunden mit Hefe; nach 20 Stunden kann auch der Milchzucker zu gähren beginnen.

Zur Anstellung der Gährungsprobe sind verschiedene Apparate empfohlen worden.

Das *Einhorn*'sche Gährungsröhrchen. Dasselbe besteht aus dem eigentlichen Gährungsrohr und einem auf 10 Ccm. graduirten Reagensglase. Man füllt das letztere (s. Fig. 6) bis zur Marke mit Harn, setzt ein bohnengrosses Stück frischer Bier- oder Presshefe (Bärme) hinzu und schüttelt gut durch. Dann füllt man die Lösung in das Gährungsröhrchen (s. Fig. 7), so dass in dem oben geschlossenen Schenkel keine Luftblase mehr ist. Darauf stellt man das Röhrchen an einen Ort, der 25—30° Temperatur hat, und lässt es etwa 12—16 Stunden stehen. Nach dieser Zeit hat sich bei Gegenwart von Traubenzucker durch die eingetretene alkoholische Gährung Kohlensäure entwickelt:

$$C_6H_{12}O_6 = 2\,CO_2 + 2\,\underset{\text{Alkohol}}{C_2H_5OH}.$$

Es befindet sich nun an dem Schenkel eine Graduirung, an der man den Gehalt an Traubenzucker in Procenten ablesen kann. Die Graduirung ist nur für Harne berechnet, die bis 1% Traubenzucker enthalten. Enthält der Harn mehr als 1% Traubenzucker, so muss er entsprechend verdünnt werden, so zwar, dass er circa 1% enthält. Man orientirt sich über den Procentgehalt des Harns durch die *Moore*'sche Probe oder das specifische Gewicht. Ich halte die *Einhorn*'sche Gährungsprobe nur für brauchbar, wenn im Harn weniger als 1% Zucker enthalten ist, da die Fehler sich sonst zu sehr multipliciren.

Weit genauere Resultate giebt das *Lohnstein*'sche Saccharometer, das auf demselben Princip beruht. Es ist jedem Saccharometer eine sehr klar geschriebene Gebrauchsanweisung beigegeben, so dass an dieser Stelle darauf nicht eingegangen zu werden braucht.

Die beiden letztgenannten Proben werden, wie beschrieben, zur quantitativen Bestimmung des Zuckers verwerthet.

Das noch vielfach geübte Verfahren: Titrirung mit *Fehling*scher Lösung giebt im Gegensatz zur Polarisation etwas zu hohe Werthe (bis $^1/_2$%), da Harn ausser dem Traubenzucker noch andere reducirende Substanzen (Harnsäure, Kreatinin) enthält. Das Princip der Methode beruht darauf, dass man feststellt, wieviel Cubikcentimeter Harn nöthig sind, um eine bestimmte Menge schwefelsauren Kupferoxyds zu reduciren. Man weiss nun, eine wie grosse Menge Traubenzucker zur Reduction des



Fig. 6. Fig. 7.

Kupferoxyds benöthigt wird, und kann daher ausrechnen, wie viel Traubenzucker in den zur Reduction verwandten Cubikcentimetern Harn vorhanden ist.

Zur Ausführung der Bestimmung bedient man sich eines Harns von etwa $^1/_2$% Zucker. Enthält der Harn mehr Zucker, so muss er verdünnt werden. Zur Orientirung über den Zuckergehalt bedient man sich der *Moore*'schen Probe oder des specifischen Gewichtes (bei 1020 verdünnt man zweimal, bei 1025 fünfmal, über 1030 zehnmal). Die Verdünnung muss geschehen, weil sonst durch eine Ungenauigkeit, welche sich bei der Titrirung nicht umgehen lässt, die Fehler bei zuckerreichen Harnen zu gross werden, da jeder Tropfen zu viel oder zu wenig zugesetzt einen umso grösseren Fehler bedeutet, je mehr Zucker jeder Tropfen enthält.

Man nimmt mit einer Pipette 10 Ccm. *Fehling*'scher Lösung und lässt dieselbe in eine Porzellanschale einfliessen. Man verdünnt nun die Lösung mit circa 40 Ccm. Wasser und erhitzt zum Sieden. Darauf lässt man aus einer Bürette 1 Ccm. Harn hinzufliessen. Sofort scheidet sich rothes Kupferoxydul aus. Man lässt eine halbe Minute sieden und dann den Niederschlag sich absetzen. Ist die Flüssigkeit über dem Niederschlag gelb, so hat man zu viel Harn hinzugesetzt und muss mit weniger Harn die Titrirung wiederholen. Ist die Flüssigkeit noch blau, dann setzt man noch $^1/_2$ Ccm. Harn hinzu, kocht, lässt absetzen und wiederholt dies so lange, als noch Blaufärbung vorhanden ist.

Da 10 Ccm. *Fehling*'sche Lösung durch 0,05 Grm. Traubenzucker reducirt werden, so würden, wenn 5 Ccm. Harn zur Titrirung verbraucht wurden, diese 0,05 Grm. Traubenzucker enthalten. 100 Ccm. Harn würden zwanzigmal so viel enthalten = 1 Grm. oder der Harn enthält 1% Zucker. Der Procentgehalt des verdünnten oder unverdünnten Harns ist also 5 dividirt durch die Zahl der verbrauchten Cubikcentimeter Harn.

Etwas genauere Resultate giebt die Titrirung mit *Knapp*scher Lösung.

Hierbei wird Quecksilbercyanid in alkalischer Lösung durch Traubenzucker zu Quecksilber reducirt.

Die Titrirflüssigkeit enthält im Liter 10 Grm. Quecksilbercyanid und 100 Ccm. Natronlauge vom specifischen Gewicht 1,145.

20 Ccm. der *Knapp*'schen Lösung werden durch 0,05 Grm. Traubenzucker reducirt.

Die Concentration des Harns soll circa 0,5% sein.

Man lässt in eine Kochflasche 20 Ccm. *Knapp*'scher Lösung einfliessen und verdünnt mit circa 40—80 Ccm. Wasser. Man erhitzt zum Sieden und lässt dann zu der heissen Lösung aus der Bürette Harn zufliessen, in ähnlicher Weise wie bei der Titrirung mit *Fehling*'scher Lösung, nur anstatt 0,5 Ccm. fügt man hier gegen die Endreaction hin nur 0,2 Ccm. hinzu. Nach jedem Zusatz kocht man $^1/_2$ Minute. Die Endreaction ist nahe, wenn die Flüssigkeit klar zu werden beginnt und das Quecksilber sich mit den Phosphaten abscheidet. Die Endreaction erkennt man durch Zusammenbringen eines Tropfens der Flüssigkeit mit Zinnchlorürlösung, die man tropfenweise auf einem Porzellanschälchen ausgebreitet hat.

Die Zuckerausscheidung schwankt zwischen geringen Spuren und $1^1/_2$ Kgrm. pro Tag bei der Glykosen, d. h. Traubenzuckerausscheidung; die übrigen Zuckerarten werden nur in geringen Mengen ausgeschieden, fast nie über 1%. Der Procentgehalt des Harns an Traubenzucker geht selten über 8—9% hinaus. Doch sind 11%, ja selbst 20% beobachtet worden.

11. Quantitative Bestimmung des Acetons.

Man versetzt 100 Ccm. Harn mit 2 Ccm. 50%iger Essigsäure und destillirt im absteigenden *Liebig*'schen Kühler in einen *Erlenmeyer*'schen

Kolben hinein, der doppelt durchbohrt ist. Durch das eine Bohrloch geht das Rohr des Kühlers, durch das andere ein zur Hälfte mit Wasser angefüllter Kugelapparat. Man destillirt im ganzen $^2/_3$ des Harns ab. Nunmehr wird das Destillat mit 1 Ccm. 8fach verdünnter Schwefelsäure destillirt, indem man etwas Harnstoff zusetzt. Nachdem nunmehr $^2/_3$ abdestillirt sind, enthält das Destillat ausser Aceton keinerlei jodbindende Substanzen. Es wird nunmehr in eine Flasche mit gut eingeriebenem Stöpsel gethan, 30 Ccm. Normalnatronlauge zugeführt und nunmehr aus einer Bürette 20—30 Ccm. Zehnteljodlösung hinzugelassen. Man schüttelt nun eine halbe Minute gut durch, bis die Lösung klar erscheint. Nunmehr setzt man 30 Ccm. Salzsäure von spec. Gewicht 1,025 zu. Hierbei muss eine Braunfärbung eintreten; tritt dieselbe nicht ein, so hat man zu wenig Jod zugesetzt und muss der Versuch von vorn beginnen. Das ausgeschiedene Jod titrirt man mit Natriumthiosulfat bis zur Gelbfärbung, setzt dann frische Stärkelösung zu (käufliche gelöste Stärke), worauf die Flüssigkeit blau wird und titrirt, bis die Blaufärbung eben verschwindet. Die gefundene Jodmenge $\times$ 0,07612 = Aceton.

Der quantitative Nachweis des Acetons spielt in der Klinik eine geringe Rolle, da es klinisch genügt, mit Hilfe der qualitativen Proben die Menge des Acetons zu schätzen. (Siehe qualitative Bestimmung des Acetons.) Bei Diabetikern finden wir eine vermehrte Acetonausscheidung im Hunger, nach Verletzungen und im Koma.

12. Quantitative Bestimmung der β-Oxybuttersäure (Bergell).

100—300 Ccm. Harn werden mit Soda schwach alkalisirt, zum Syrup auf dem Wasserbade eingedampft und der Syrup nach dem Erkalten mit syrupöser Phosphorsäure unter Kühlung, 20—30 Grm. entwässerten Kupfersulfats und 20—25 Grm. feinen Sandes unter Kühlung verrieben. Die so getrocknete Mischung wird im *Soxhlet*'schen Apparat durch 1stündige Extraction mit Aether erschöpft, das Kupfersulfat wird filtrirt, mit trockenem Aether ausgewaschen, der Aether abdestillirt, der Rückstand in 20 Ccm. Wasser aufgenommen und die Linksdrehung der durch wenig Thierkohle entfärbten Lösung bestimmt. Die specifische Drehung ist nach *Magnus-Levy* 24,12°.

Die Ausscheidung der β-Oxybuttersäure übersteigt selten $^1/_2$% im Urin, und sie ist gefunden worden bei Scharlach, bei Scorbut und im Koma bei Krebskranken. Es können 20—40 Grm. β-Oxybuttersäure erscheinen bei Diabetikern. Durch Zufuhr von grossen Mengen Soda kann die Ausscheidung noch bis auf 60 Grm. gesteigert werden.

13. Die Aetherschwefelsäuren.

Die Menge der im Harn ausgeschiedenen Aetherschwefelsäuren beträgt 0,1—0,2 Grm. Sie sind vermehrt bei starken Fäulnisprocessen im Darm und im Organismus (Lungengangrän, putride Bronchitis), häufig im Fieber und bei Stoffwechselstörungen mit starkem Eiweisszerfall. Die grössten Mengen werden ausgeschieden bei Ileus. Bei Milchnahrung

ist die Menge geringer als bei Fleischnahrung und namentlich vegetabilischer Kost. Ebenso ist die Menge gering bei kohlehydratreicher Ernährung. Bei Darmkrankheiten, insbesondere bei Typhus, ist manchmal eine vermehrte, manchmal eine verringerte Ausscheidung constatirt worden; das letztere namentlich dann, wenn Durchfälle vorhanden waren.

Bestimmung der Aetherschwefelsäuren nach E. Baumann und E. Salkowski.

Man nimmt 100 Ccm. Harn und mischt mit 100 Ccm. Barytmischung (bestehend aus 1 Volumen 10%iger Chlorbaryumlösung und 2 Volumina Barytwasser) in einem ganz trockenen Becherglase. Nach einigen Minuten filtrirt man durch ein trockenes Filter in einen trockenen Messcylinder, indem man zurückgiesst, bis die Flüssigkeit klar durchläuft und das Filtrat genau 100 Ccm. beträgt. Man setzt nunmehr 10—12 Ccm. concentrirter Salzsäure zu und erhitzt auf dem Drahtnetz zum Sieden und lässt 10 Minuten gelinde kochen.

Fig. 8.

Nach einigen Stunden wird der Niederschlag abfiltrirt und dann weiter wie bei der Schwefelsäurebestimmung behandelt. Siehe pag. 110.

a) Indoxyl.

Nach *Jaffé* enthält der normale Harn 4,5—19,5 Mgrm. Indican, nach *Wang* bedeutet über 15 Mgrm. Vermehrung. Vermehrt wird Indican ausgeschieden bei Unterbindung des Dünndarms, bei verschiedenen Darmkrankheiten, bei Abscessen, bei Angina, häufig auch bei Empyem und namentlich bei jauchigen Processen im Organismus und auch bei Gewebszerfall, der durch schwerere Intoxication bedingt ist.

Quantitative Indicanbestimmung nach H. Strauss.

20 Ccm. Urin werden mit 5 Ccm. 20%iger Bleizuckerlösung versetzt und filtrirt. Vom Filtrat werden 10 Ccm. in beistehend abgebildetes Schüttelröhrchen, das auf 5, 10, 15, 20 und 25 Ccm. graduirt ist, gefüllt und mit 10 Ccm. *Obermeyer's* Reagens versetzt. Hierzu werden 5 Ccm. Chloroform hinzugefügt und das Röhrchen, das mit einem Glasstöpsel verschlossen ist, mehrmals umgedreht. Nach etwa 2 Minuten wird die Umdrehung wiederholt und das Chloroform abgelassen. Unter neuem Zusatz von Chloroform wird dieser Vorgang mehrmals wiederholt, und zwar so lange, als neu hinzugesetztes Chloroform noch blauen Farbstoff aufnimmt. Von den gesammelten Chloroformextracten werden nun 2 Ccm. in ein Reagensglas gebracht, das gerade so breit ist als das die Testfarbe enthaltende Röhrchen, und so lange mit Chloroform verdünnt, bis bei Beobachtung gegen einen weissen Hintergrund die Testfarbe erreicht ist.

War die Gesammtmenge des zur Extraction nothwendigen Chloroforms = x und die Menge des bis zur Erreichung der Testfarbe zu

den 2 Ccm. hinzuzufügenden Chloroforms = y, es ergibt sich als Gesammtmenge des zur zu erreichenden Testfarbe nothwendigen Chloroforms $= x \times \frac{y}{2}$.

Dadurch, dass die Testfarbe 1 Mgrm. chemisch reines von *Kahlbaum* bezogenes Indigotin enthält, kann man unter Zugrundelegung der in der Zeiteinheit gewonnenen Urinmenge den Indicangehalt derselben auch quantitativ in Milligrammen berechnen, wenn man berücksichtigt, dass man zur Reaction 8 Ccm. (= 10 Ccm., die im Verhältnis 4 : 5 verdünnt sind) benutzt hat. Die im Verlauf eines Tages ausgeschiedene Indicanmenge beträgt bei diesem Vorgehen ungefähr 2—4 Mgrm. Wichtig ist, dass das Teströhrchen stets im Dunkeln aufbewahrt wird. Die Methode ist für klinische Zwecke recht brauchbar.

Quantitative Bestimmung des Indoxyls nach Buma.

20 Ccm. Harn werden mit 2 Ccm. Bleiessig gefällt und durch ein trockenes Filter filtrirt. Vom klaren Filtrat giesst man $5^1/_2$ Ccm. in ein Proberöhrchen und fügt von einer Lösung von 20 Mgrm. Isatin auf 1 Liter starker Salzsäure hinzu (Isatinsalzsäure reagens).

Wenn der Harn nicht mehr Indoxyl enthält, als mit 20 Mgrm. Indigo übereinstimmt, ist ein Quantum von 5 Ccm. Reagens ausreichend. Da jedoch ein Uebermass von Isatin und Salzsäure nicht schadet, so ist es besser, zu den $5^1/_2$ Ccm. Filtrat 10 Ccm. Isatin-Salzsäure hinzuzufügen.

Man erhitzt nun diese Mischung bis zur Siedehitze und kocht noch einige Minuten, wonach man das Röhrchen abkühlt und den Inhalt tüchtig mit 5 Ccm. Chloroform ausschüttelt. Das gebildete Indigoroth wird vom Chloroform aufgenommen und kann mit einem Proberöhrchen verglichen werden.

Die zu dieser Probe benützte Salzsäure muss absolut chemisch rein sein, weil sonst das Chloroform eine violette Farbe annimmt. Ebenso muss das Isatin-Salzsäurereagens jeden Monat frisch bereitet werden.

Diese Methode ist genauer als die *Strauss*'sche, welche für klinische Zwecke genügende Resultate liefert.

b) Phenol.

Nach *I. Munk* werden 17—51 Mgrm. Phenol pro Tag ausgeschieden. Das Phenol findet sich unter ähnlichen Verhältnissen vermehrt wie das Indoxyl.

Quantitativer Nachweis des Phenols.

Man dampft 500 Ccm. Harn bei schwach alkalischer Reaction auf dem Wasserbad auf ein Fünftel ein, wobei das Aceton entweicht. Den Rückstand bringt man durch Zusatz von Wasser wieder auf das ursprüngliche Volumen, setzt auf 100 Ccm. 5 Ccm. concentrirter Schwefel-

säure zu und destillirt die Hälfte ab. Man ersetzt die abdestillirte Flüssigkeit durch Wasser und wiederholt die Destillation noch einigemale, immer unter Ergänzung des ursprünglichen Volumens. Die Vorlagen können während der Destillation offen sein, ohne dass man Phenol verliert. Die ersten 2 oder 3 Destillate fängt man zusammen auf, die folgenden jedes für sich. Man kann nicht durch Reactionen erfahren, ob man schon alles Phenol abdestillirt hat, weil diese nicht empfindlich genug sind, sondern erfährt das erst durch die quantitative Bestimmung. Die Ameisensäure und salpetrige Säure erfernt man durch Schütteln der Destillate mit kohlensaurem Kalk.

Die Flüssigkeit destillirt man vom Kalkcarbonat ab und verwendet das bei der ersten Portion rückständige Salz zum Neutralisiren der folgenden. Das Destillat wird jetzt in Flaschen mit eingeriebenem Stopfen aufgefangen. Die Destillate werden mit einer abgemessenen Menge der Zehntelnormallauge stark alkalisch gemacht (wozu für das erste Destillat und normalen Harn 20 Ccm. genügen), durch Eintauchen in Wasser von 60° erwärmt und sogleich mit 10—15 Ccm. mehr Zehntelnormaljodlösung versetzt, als man Lauge genommen hat. Nach dem Erkalten spült man das sublimirte Jod mit der Flüssigkeit von der Wand der Flasche ab, säuert an und titrirt das übriggebliebene Jod mit der Thiosulfatlösung zurück in der Art wie bei der Bestimmung des Acetons.

Bei zuckerhaltigem Harn muss die Modification von *C. Neuberg* angewandt werden.

Nach *Neuberg* wird im zuckerhaltigen Harn die Methode von *Kossler* und *Penny* in folgender Weise modificirt.

Der von Aceton befreite Harn wird wie eben angegeben destillirt. Das Destillat wird zur Entfernung von Ameisensäure und salpetriger Säure mit Calciumcarbonat neutralisirt.

Nunmehr wird das Destillat in einem 2 Literkolben mit einem Ueberschuss von lufttrockenem hydratischen Bleioxyd (3 Grm.), das mit Barytlösung aus Bleinitrat zu fällen ist, und 5 Ccm. einer conc. Lösung von bas. Bleiacetat oder statt beider mit einer Auflösung von 1 Grm. Aetznatron und 6 Grm. festem Bleizucker versetzt und etwa 15 Minuten auf einem lebhaft siedenden Wasserbad erhitzt. Um nunmehr die Aldehyde vollkommen zu entfernen, erhitzt man den Kolbeninhalt noch kurze Zeit am absteigenden Kühler auf freier Flamme, bis das übergehende Destillat ammoniakalische Silberlösung nicht mehr reducirt, was nach 5 Minuten der Fall ist. Man säuert nunmehr stark mit verdünnter Schwefelsäure an und destillirt die Phenole unter zweimaliger Ergänzung der Flüssigkeitsmenge mit Wasser ab. Dann verfährt man weiter nach *Kossler* und *Penny*.

14. Hippursäure.

Hippursäure kommt bei Menschen in geringer Menge vor, zwischen 0,1 und 0,6 Grm. pro Tag. Sie wird gebildet durch eine Synthese von Benzoesäure und Glykokoll, welche zum Theile in der Niere, zum Theil aber auch im Darmcanal vor sich geht. Bei den Pflanzenfressern kommt Hippursäure in weitaus reichlicherer Menge vor. Nach

Einführung von Benzoesäure, Chinasäure und anderen Körpern, welche im Organismus in Benzoesäure übergeführt werden können, ist die Hippursäureausscheidung stark vermehrt. Ebenfalls ist sie vermehrt im Fieber.

Der Nachweis der Hippursäure beim Menschen geschieht am bequemsten nach folgendem Verfahren von *Salkowski* und mir: 300 Ccm. Harn werden schwach mit Sodalösung alkalisirt und auf dem Wasserbade fast zur Trockne verdampft. Der Rückstand wird zweimal mit je 150 Ccm. 90%igen Alkohols auf dem erwärmten Wasserbade ausgezogen und filtrirt. Die Filtrate werden vereinigt und auf dem Wasserbade zur Syrupdicke verdunstet. Der Syrup wird in circa 100 Ccm. Wasser gelöst, mit 10 Ccm. 20—25%iger Salzsäure versetzt und im Schütteltrichter mit je 150 Ccm. Aether, der 15 Ccm. Alkohol enthält, kräftig unter Lüftung durchgeschüttelt. Der Aetherauszug wird einmal mit circa 75 Ccm. destillirten Wassers gewaschen, dann wird der Aether abgehoben und abdestillirt. Das Ausschütteln mit Aether und Waschen mit Wasser wird im ganzen viermal wiederholt. Die Destillationsrückstände werden in 20 Ccm. destillirten Wassers gelöst, in einen Kjeldahlkolben durch einen Trichter gegossen, wenn die Lösung wenig Farbstoff enthält, und mit Wasser nachgespült. Enthält die Lösung viel Farbstoff, so bringt man sie in den Schütteltrichter zurück und schüttelt sie vorsichtig mit 15 Ccm. Chloroform, das den Farbstoff aufnimmt. Nach Ablassen des Chloroforms bringt man die wässerige Flüssigkeit in den Kjeldahlkolben, setzt sehr vorsichtig 15 Ccm. concentrirter Schwefelsäure hinzu (sehr starke Erhitzung), schüttelt dann gut durch, fügt etwas Kupfersulfat zu und verbrennt. Das weitere Verfahren der N-Bestimmung ist das gewöhnliche. Man legt 25 Ccm. Zehntelnormalschwefelsäure vor. Die verbrauchten Cubikcentimeter werden mit 17,9 multiplicirt. Der erhaltene Werth ist die in 300 Ccm. enthaltene Hippursäure in Milligramm.

15. Quantitative Bestimmung des Stickstoffs.

Zum Nachweise des Stickstoffes benutzt man das Verfahren von *Kjeldahl,* wie es von *Salkowski* in seinem Practicum beschrieben ist.

1. Ueberführung der N-haltigen Substanzen in Ammoniumsulfat.

10 Ccm. Harn lässt man in ein Kölbchen von hartem Glas einfliessen, setzt dazu einige Tropfen Kupfersulfatlösung, dann ungefähr 10 Ccm. concentrirter reiner Schwefelsäure und erhitzt so lange auf dem Sandbad, bis die Mischung farblos, resp. grünlich geworden ist (eine Stunde), lässt völlig erkalten, setzt dann circa 50 Ccm. Wasser hinzu (starke Erhitzung) und lässt wiederum völlig erkalten.

2. Abdestilliren des Ammoniaks in die Säure.

Man bringt zuerst in das Absorptionsgefäss 20 Ccm. Halbnormal-Oxalsäure oder -Schwefelsäure. Dann giesst man die schwefelsaure Lösung durch einen Trichter in den Destillirapparat ein, giesst nunmehr wiederum durch den Trichter 40 Ccm. Natronlauge von 1,34 specifischem Gewicht in den Destillirkolben, entfernt schnell — ohne

Nachspülen — den Trichter, schliesst den Kolben sofort mit dem am Destillirapparat befindlichen Stöpsel und erhitzt den Destillirkolben, nachdem man vorher gelind umgeschüttelt hat. Man destillirt so lange, bis die Flüssigkeit im Kolben infolge der beginnenden Ausscheidung von Natriumsulfat anfängt zu stossen. Man unterbricht die Destillation durch Abnehmen des Stöpsels vom Kolben, entfernt dann nach dem Erkalten den Gummistöpsel sammt der darin steckenden Glasröhre aus dem am Kühlrohr befindlichen Gummischlauch und spült gut mit Wasser nach.

3. Die Titrirung der Säure geschieht, indem man aus einer Bürette so lange Halbnormallauge hinzufliessen lässt, bis die in dem Kolben befindliche Flüssigkeit, der man einige Tropfen Rosolsäure hinzugesetzt hat, rothgefärbt bleibt. Man zieht die verbrauchten Cubikcentimeter Titrirflüssigkeit von der vorgelegten Menge Halbnormalsäure ab und multiplicirt mit 0,007. Das ist die Stickstoffmenge in 10 Ccm. Harn.

Die Stickstoffausscheidung.

Um die N-Ausscheidung beurtheilen zu können, ist es nöthig, genau zu wissen, wie viel N mit der Nahrung aufgenommen ist. Bei der gewöhnlichen Ernährung, wenn die Verdauung im Darm eine normale ist, muss man ungefähr 7—8% von dem Stickstoff der Nahrung abziehen, weil dieselben durch den Koth ausgeschieden werden. Im grossen und ganzen dürfte der gesunde Mensch pro Kilo Körpergewicht 0,2 Grm. N ausscheiden, d. h. 11—15 Grm. pro Tag. Es giebt nun pathologische Zustände, bei denen nicht aller N, welcher als Endproduct der Zersetzung entsteht, im Harn erscheint.

Und zwar ist dies der Fall in allen Fällen, bei denen die Diurese vermindert ist, Diarrhoe, Schweiss, Fieber, Nierenerkrankungen mit Oedemen, Exsudaten etc. Kommt es zu einer plötzlichen Resorption N-haltiger Flüssigkeiten, z. B. Oedemen und Exsudaten, so steigt die N-Ausfuhr enorm. Zur Beurtheilung, ob die im Harn ausgeschiedene Stickstoffmenge aus dem eingeführten Eiweiss oder dem Körpereiweiss herrührt, giebt *Salkowski* folgende Anhaltspunkte: Beim Gesunden in mittlerer socialer Lebenslage beträgt die Menge des im Harn ausgeschiedenen Kochsalzes ungefähr ebensoviel wie die Menge des Stickstoffs.

Im Fieber wird die Kochsalzausscheidung viel geringer, weil eine Retention der Chloride stattfindet und zerfallene Gewebe arm an Kochsalz sind. Geht also eine reichliche Ausscheidung des Gewebestickstoffs einher mit stärkerer Verminderung der Kochsalzausscheidung, so stammt der gesammte N zum grössten Theil aus dem Eiweiss des Körpers. Eine solche vermehrte N-Ausscheidung sehen wir im Fieber und bei allen Intoxicationserscheinungen, auch bei Schwund von Geweben, wie das bei Leberkrankheiten, z. B. acuter gelber Leberatrophie u. s. w. der Fall ist. Auch die alkalischen Wässer bewirken meist eine vermehrte N-Ausscheidung. Bei Entfettungscuren ist gerade bei Abführwässern darauf zu achten, dass dieselben keinen Eiweisszerfall hervorbringen, wie dies z. B. vom Apentawasser festgestellt ist. Eine stark

vermehrte N-Ausscheidung im Verhältnis zur N-Aufnahme haben wir beim Carcinom, und zwar ist die N-Ausscheidung umso grösser, je weiter das Fieber vorgerückt ist. Bei Pneumonie ist im Stadium der Resolution die N-Ausscheidung enorm.

16. Quantitative Bestimmung der Alloxurbasen nach E. Salkowski.

500 Ccm. eiweissfreier Harn werden in einem Messcylinder mit 50 Ccm. Magnesiamischung (1 Theil krystallisirtes Magnesiumsulfat, 2 Theile Chlorammonium, 4 Theile Ammoniak, 8 Theile Wasser) versetzt und mit starkem Ammoniak auf 600 angefüllt. Nunmehr wird durch ein trockenes Faltenfilter filtrirt, vom Filtrat werden 540 Ccm. = 450 Harn abgenommen und mit 30—35 Ccm. einer 30%igen wässerigen Silberlösung versetzt. Der Niederschlag soll durchscheinend und gallertartig sein; ist er weiss, so enthält er noch Chlorsilber, und dieses ist dann durch Zusatz von Ammoniak noch in Lösung zu bringen. Bei Verwendung der wässerigen Silberlösung hat man ausserdem nachzusehen, ob die Mischung Silber im Ueberschuss enthält, wozu eine abgehobene Harnprobe mit Salpetersäure zu übersättigen ist.

Nachdem der Niederschlag ungefähr eine Stunde gestanden hat, bringt man ihn auf ein plattes Filter und wäscht ihn silberfrei und auch nahezu chlorfrei. Dann spritzt man ihn vom Filter in einen Kolben, versetzt die Flüssigkeit, deren Volumen gleich dem des verwendeten Harnes sein kann, mit einigen Tropfen Salzsäure und zerlegt ihn unter häufigem Schütteln vollständig mit Schwefelwasserstoff.

Alsdann erhitzt man den Kolben auf dem Wasserbad, filtrirt, wäscht den Niederschlag aus und verdampft das Filtrat anfangs auf reinem Feuer, später im Wasserbad zur Trockne. Der trockene Rückstand wird darauf mit 25—30 Ccm. der verdünnten Schwefelsäure bis zum beginnenden Sieden erhitzt. Die Flüssigkeit wird 16—20 Stunden stehen gelassen, die Harnsäure, welche sich abgeschieden hat, mit Hilfe des Filtrats auf ein kleines Filter gebracht, dieses mit der verdünnten Schwefelsäure gewaschen, wozu ein 2—3maliges Aufgiessen der Säure genügt.

Filtrat und Waschwasser brauchen nicht mehr als 50 Ccm. zu betragen. Man übersättigt mit Ammoniak, fällt abermals mit Silberlösung und wäscht den Niederschlag auf einem aschefreien Filter chlorfrei. Das Filter wird getrocknet, im Porzellantiegel verbrannt, das gebildete Silber in chlorfreier Salpetersäure gelöst und seine Menge durch Filtriren mit Rhodanlösung ermittelt. Man benutzt $^1/_{50}$ Normalrhodanammonlösung; 1 Ccm. der Lösung zeigt 1,52 Mgrm. Xanthin an.

Die Alloxurbasen sind in den Nucleinen enthalten und werden bei nucleinreicher Nahrung (siehe oben) deshalb auch in stark vermehrter Menge ausgeschieden. Das Gleiche ist der Fall bei Leukämie.

17. Quantitative Bestimmung der Harnsäure.

Die Harnsäure wird quantitativ mit genügender Genauigkeit nach folgendem Verfahren nachgewiesen, welches im wesentlichen auf den Angaben von *Fokker, Hopkins, Folin* und *Wörner* beruht.

200 Ccm. Harn werden, wenn er schwach sauer ist (ist er stark sauer, so muss er nach *Lewandowsky* beinahe bis zur neutralen Reaction mit Soda neutralisirt werden), mit 50 Grm. Ammoniumchlorid versetzt, mit einem Thermometer im Wasserbade durchgerührt und dabei bis zu 44° erwärmt. Der Niederschlag wird bis zum nächsten Tage stehen gelassen und auf einem Porzellanfilter mit einer Saugpumpe vorsichtig abgesogen. Nun wird dreimal mit je 30 Ccm. 10%iger Ammoniumsulfatlösung nachgewaschen, das Porzellanfilter mit Trichter abgenommen und mit siedend erhitzter 1—2%iger Natronlauge übergossen und das Filtrat in einer Porzellanschale aufgefangen. Der Rest des Niederschlages wird mit heissem Wasser gelöst, ebenfalls in die Porzellanschale gebracht und die Schale auf dem Wasserbad stark eingedampft, bis keinerlei Dämpfe von Ammoniak entweichen (Geruchsprobe und Braunfärbung von Curcumapapier). In die Porzellanschale werden vorsichtig 15 Ccm. concentrirter Schwefelsäure hineingelassen und langsam in den Kjeldahlkolben gegossen (starke Erhitzung). Das weitere Verfahren ist dasselbe wie bei der Stickstoffbestimmung; zum Schluss werden die erhaltenen Cubikcentimeter mit 42 multiplicirt. So erhält man die Menge Harnsäure in 200 Ccm. Harn.

1 Ccm. Zehntelnormalschwefelsäure oder Oxalsäure entspricht 4,2 Mgrm. Harnsäure. Genauer, aber weit schwieriger ist das Verfahren nach *E. Salkowski*. 200 Ccm. Harn, dessen specifisches Gewicht 1020 nicht überschreiten darf (ist er concentrirter. so muss er entsprechend verdünnt werden), versetzt man im Messcylinder zur Ausfällung der Phosphorsäure mit 50 Ccm. Magnesiamischung, füllt dann mit Wasser auf 300 Ccm. auf, filtrirt sofort durch ein nicht angefeuchtetes Filter in ein trockenes Gefäss; vom Filtrat misst man 200 Ccm. ab und versetzt mit 10—15 Ccm. einer circa 3%igen Lösung von Silbernitrat. Der Niederschlag muss flockig und gelatinös aussehen; sieht er weiss aus, so enthält er zu viel Chlorsilber; man setzt dann etwas Ammoniak hinzu und rührt gut durch. Einzelne weisse Punkte von Chlorsilber in dem Niederschlag sind ohne Schaden; sie beeinträchtigen die Genauigkeit der Harnsäurebestimmung nicht. Man lässt den Niederschlag sich absetzen, entnimmt von der über dem Niederschlag stehenden Flüssigkeit eine kleine Probe mit der Pipette, lässt die abgehobene Probe in ein Reagensglas fliessen und säuert mit Salpetersäure an. Die Flüssigkeit muss sich trüben durch Bildung von Chlorsilber — ein Zeichen, dass etwas Silber im Ueberschuss vorhanden ist. Thut sie dieses nicht, so macht man die Probe wieder mit Ammoniak alkalisch, giesst sie zur Hauptmenge zurück und setzt dann noch einige Cubikcentimeter Silberlösung hinzu. Mitunter ist dann auch noch etwas Ammoniak erforderlich. Man lässt wiederum den Niederschlag absetzen und wiederholt die Prüfung.

Nunmehr wird der Niederschlag auf ein gewöhnliches glattes Filter von schnell filtrirendem Papier gebracht (z. B. Schleicher & Schüll Nr. 597), der am Glase haftende Niederschlag mit dem Gummiwischer und Wasser sorgfältig nachgewaschen, so dass man beim Aufbringen des Niederschlages keinen Verlust erleidet. Der Niederschlag auf dem Filter wird so lange mit Wasser gewaschen, bis Proben des Filtrates beim Ansäuern mit Salpetersäure klar bleiben (Abwesenheit von Silber)

und auch bei nachträglichem Zusatz von Silbernitrat nur noch ganz schwache Trübung zeigen (geringer Gehalt von Chloriden). Nunmehr setzt man den Trichter in einen Kolben von 400—500 Ccm. Inhalt, stösst das Filter durch, spritzt den Niederschlag sorgfältig in den Kolben und schüttelt gut durch. Das Volumen der Mischung betrage etwa 200 bis 250 Ccm. Man säuert mit einigen Tropfen Salzsäure an, leitet unter häufigem Schütteln Schwefelwasserstoff ein, bis die Flüssigkeit ganz damit gesättigt ist, erhitzt dann bis zum beginnenden Sieden, filtrirt, spült den Kolben mit heissem Wasser aus und wäscht einigemal mit heissem Wasser nach.* Das Filtrat muss ganz klar und farblos sein. Ist es erheblich dunkel gefärbt, so muss es sofort noch vor dem Beginn des Auswaschens auf das Filter zurückgegossen werden, so lange, bis es klar oder fast klar abläuft. Ist nur ein wenig Schwefelsilber durchgegangen, so kann man dies vorläufig vernachlässigen. Man dampft das Filtrat zuerst auf freiem Feuer, dann auf dem Wasserbad bis auf wenige Cubikcentimeter ein, setzt etwa 5—8 Tropfen Salzsäure hinzu, lässt bis zum nächsten Tage stehen. Die Harnsäure scheidet sich krystallinisch und meistens nur wenig gefärbt aus. Scheidet sich während des Eindampfens noch etwas Schwefelsilber ab, so kann man noch einmal filtriren, jedoch ist es rathsam, dieses in einem Zeitpunkt zu thun, in welchem das Volumen der Lösung noch nicht oder eben auf die Hälfte reducirt ist, da man sonst Verlust durch Ausfallen von Harnsäure erleiden kann. Man hat nun noch die Quantität der Harnsäure zu bestimmen. Zu dem Zweck wird ein kleines Filter im Uhrgläserapparat oder Wiegegläschen (offen) bei 110—115° getrocknet, der ganze Apparat (geschlossen) gewogen. Man bringt die Harnsäure vollständig auf das Filter, indem man zum Nachspülen stets Theile des Filtrats benutzt. Ist die Harnsäure vollständig auf das Filter aufgebracht, so wäscht man mit kleineren Mengen Wasser nach, bis eine Probe des Filtrates mit Salpetersäure + Silbernitrat keine merkliche Trübung mehr giebt.

Filtrat und Waschwasser werden gesammelt und gemessen. Man suche es zu erreichen, dass das Volumen von Filtrat und Waschwasser nicht mehr wie 50—60 Ccm. beträgt. Dann wäscht man zweimal mit Alkohol absol., einmal mit Aether, bringt das Filter in den Uhrgläserapparat oder Wiegegläschen, trocknet (offen) und wiegt (geschlossen). Die Differenz ist Harnsäure.

Für je 10 Ccm. Waschwasser addirt man 0,5 Mgrm. Harnsäure. Die Multiplication der erhaltenen Zahl mit 0,75 ergiebt den Harnsäuregehalt in Procenten.

Während sich Harnsäure im Harn von Vögeln und Reptilien in grösserer Menge vorfindet, ist der Harn der Carnivoren und der Pflanzenfresser sehr arm an Harnsäure. Der Mensch scheidet circa 0,4—0,7 Grm. Harnsäure aus. Ziemlich reichlich ist der Harnsäuregehalt des Harns der Neugeborenen. Bei vegetabilischer Nahrung ist die Harnsäure vermindert bis auf 0,1 Grm., bei animalischer vermehrt bis 2 Grm. Die

* Es ist in jedem Falle zweckmässig, das Schwefelsilber nachträglich mikroskopisch auf etwaige Beimischung von Harnsäure zu untersuchen.

Harnsäure wird gebildet: 1. aus dem Eiweiss der Nahrung, und zwar aus den Amidosäuren; 2. aus den Nucleinen. In den Nucleinen sind es die Xanthinbasen, welche die Muttersubstanz für die Harnsäure abgeben. Es wird deshalb eine nucleinreiche Nahrung, Thymus, Leber, Milz, zu einer vermehrten Harnsäureausscheidung Veranlassung geben, während ein nucleinarme Nahrung, z. B. Milch und vegetabilische Nahrung eine verminderte Ausscheidung verursachen. Für die Harnsäurebildung kommt die Leber besonders in Betracht, wenigstens bei Vögeln, indem das Ammoniak in Harnsäure übergeführt werden kann. Die grösste Harnsäureausscheidung findet sich bei Leukämie, wo mehrere Gramm pro Tag ausgeschieden werden können. Bei der Gicht finden wir eine vermehrte Harnsäureausscheidung während des Anfalls und eine Verminderung derselben kurz vor dem Anfall. Die alkalischen Wässer, welche auf die gichtischen Processe eher einen günstigen Einfluss ausüben, wirken theilweise vermehrend auf die Harnsäureausfuhr, theilweise verringernd.

18. Harnstoff.

Harnstoff bildet sich im Organismuss aus den verschiedensten Stoffen, sei es durch Spaltung, sei es durch Oxydation und Oxydationssynthese. Das hauptsächlichste Organ für die Harnstoffbildung ist die Leber, so dass bei ihrer Erkrankung die Harnstoffausscheidung meist verringert ist. Es wird in der Leber das milchsaure Ammoniak erst in kohlensaures Ammoniak, dann in Harnstoff übergeführt. Es brauchen aber nicht Leberkrankheiten immer mit einer Verminderung der Harnstoffausscheidung einherzugehen, sondern es können auch andere Organe vicariirend eintreten, so z. B. die Milz, in der das Arginin in reichlicher Menge gefunden wurde, das ebenfalls für die Harnstoffbildung in Betracht kommt. Bei gemischter Kost werden 85,57% des Gesammtstickstoffs als Harnstoff ausgeschieden, bei vegetabilischer 79%, bei animalischer 87%. Nach alten Angaben war bei Urämie die Harnstoffausscheidung vor dem urämischen Anfalle stark vermindert, bis auf 2,5 Grm., und stieg nach dem Anfall, obwohl die Nahrungsaufnahme nicht erheblich gesteigert war, auf 30—40 Grm., während der Mensch bei gewöhnlicher Ernährung circa 25—30 Grm. Harnstoff pro Tag ausscheidet. Ebenfalls stark vermehrt ist die Harnstoffausscheidung bei Diabetes mellitus, wo sie das 4—5fache des Gewöhnlichen betragen kann. Sie geht hier parallel der Stickstoffausscheidung, nur in schweren Fällen, wo viel Ammoniak zur Säurebildung gebraucht wird, geht das Verhältnis von Harnstoff zu Stickstoff herunter.

Bestimmung des Harnstoffs.

a) Nach *Mörner* und *Sjöqvist.*

Man mischt in einem Kolben 5 Ccm. Harn, 5 Ccm. Barytmischung (10 Grm. Chlorbaryum, 3—4 Grm. Aetzbaryt, 100 Grm. Wasser), setzt

100 Ccm. Alkohol-Aethermischung (2 Vol. Alkohol von 97%, 1 Vol. Aether) hinzu, lässt bis zum nächsten Tage stehen, filtrirt, wäscht mit Alkohol-Aethermischung nach, verdunstet bei gelinder Wärme, setzt, wenn das Volumen auf etwa 25 Ccm. gesunken ist, etwas Wasser und etwas Magnesiamilch (1 Th. gebrannte Magnesia, 12 Th. Wasser) hinzu, erhitzt zur Austreibung des Ammoniaks weiter, bis die Dämpfe nicht mehr alkalisch reagiren, spült die Flüssigkeit sammt Niederschlag in einen Kjeldahlkolben, setzt erst etwas verdünnte Schwefelsäure hinzu, dann 10 Ccm. concentrirte und bestimmt den Stickstoff wie gewöhnlich, rechnet in Harnstoff um. Nicht anwendbar bei hippursäurereichen Harnen.* Statt dessen kann man auch die Erhitzung mit Magnesia ganz unterlassen und das für sich bestimmte Ammoniak, auf Harnstoff umgerechnet, in Abzug bringen, oder man kann die wässerige Flüssigkeit, welche nach Eindampfen des alkoholätherischen Filtrats unter Zusatz von Magnesiumhydoxyd erhalten wird, mit krystallisirter Phosphorsäure bei höchstens 150° erhitzen *(Schöndorff, Braunstein).*

b) Nach *Freund* und *Töpfer.***

5 Ccm. Harn werden, mit dem gleichen Volumen Alkohol versetzt, auf dem Wasserbad zur Trockne gedampft, mehrmals mit absolutem Alkohol unter Zerreiben des Niederschlages extrahirt und in einen Kjeldahlkolben filtrirt, der Alkohol im Wasserbad bis auf Spuren abgedunstet und mit circa 70 Ccm. gesättigter ätherischer Oxalsäurelösung übergossen, der entstandene Niederschlag absetzen gelassen. Man filtrirt die ätherische Lösung, indem man die Hauptmenge des Niederschlages im Kolben lässt, und wäscht mit circa 60 bis 80 Ccm. Aether in mehreren Portionen.

Wenn der Aether vom Filter abgedunstet ist, wird der Inhalt des Filters in den Kolben gewaschen und die Lösung des Kolbeninhaltes zunächst unter Verwendung von Phenolphthalein (2 Tropfen einer 1%igen Lösung) als Indicator mit Viertelnormalnatron titrirt, nachher der Stickstoffbestimmung nach *Kjeldahl* unterzogen.

19. Kreatinin.

Kreatinin stammt aus dem Kreatin, welches im Muskelfleisch in geringer Menge vorhanden ist. Für das Kreatinin ist aber nun noch eine andere Quelle vorhanden, nämlich das Eiweiss, da auch die Muskeln der Pflanzenfresser, die kein Kreatin mit der Nahrung aufnehmen, Kreatin enthalten. Beim Diabetes ist entsprechend der vermehrten Fleischaufnahme die Kreatininausscheidung vermehrt; ebenso im Fieber.

---

* *Salaskin* und *Zaleski*, Zeitschr. f. physiolog. Chemie, Bd. 28, pag. 73 und *Braunstein*, ebenda.

** Wiener klin. Rundschau, 1899, Nr. 23.

Verfahren nach *Neubauer*-Salkowski.***

480 Ccm. Harn werden in einem Messcylinder von 1 Liter Inhalt mit Kalkmilch bis zur alkalischen Reaction versetzt und dann genau mit Chlorcalcium ausgefällt, bis kein Niederschlag mehr entsteht. Man füllt auf 600 Ccm. auf, schüttelt durch und filtrirt nach 15 Minuten. Vom schwach alkalisch reagirenden Filtrate werden 500 Ccm. — wenn starke alkalische Reaction vorhanden sein sollte, giebt man vorsichtig zu den 500 Ccm. des Filtrates Salzsäure, bis schwach alkalische Reaction erzielt ist — auf etwa 40 Ccm. durch Eindampfen auf dem Wasserbade concentrirt und mit dem gleichen Volumen absoluten Alkohols vermischt. Die Mischung giesst man in einen Messcylinder, spült mit Alkohol nach und füllt mit Alkohol auf 200 Ccm. auf. Man schüttelt gut um, lässt erkalten, füllt bis auf 200 Ccm. auf und lässt 12 Stunden stehen. Dann filtrirt man durch ein trockenes Filter und versetzt in einem Becherglas 160 Ccm. mit 1—2 Ccm. einer alkoholischen absolut säurefreien Chlorzinklösung (syrupdicke Chlorzinklösung wird in ziemlich starkem Weingeist gelöst, bis zur Dichte von 1,20 verdünnt und filtrirt), rührt längere Zeit stark um zur Beschleunigung der Ausscheidung und lässt dann 3—4 Tage mit Uhrglas bedeckt in der Kälte stehen. Die nach dieser Zeit abgeschiedenen Krystalle bringt man auf ein vorher getrocknetes und gewogenes Filter und benutzt zum Auswaschen immer wieder die abfiltrirte Flüssigkeit. Ist alles Chlorzink-Kreatinin auf das Filter gebracht, so wäscht man, wenn die Mutterlauge abgelaufen ist, mit kleinen Mengen Alkohol nach, bis alles Chlor ausgewaschen ist. Das Filter mit dem Niederschlag wird bei 100° getrocknet und dann gewogen.

$$\text{Kreatininchlorzink} \,.\, 0{,}6244 = \text{Kreatinin.}$$

Den Niederschlag prüft man noch mikroskopisch nach dem Befeuchten mit Alkohol auf eventuellen Chlornatriumgehalt (Würfel), das allerdings nicht vorhanden sein soll. Ist letzteres vorhanden, so muss man den Zinkgehalt des Niederschlages bestimmen und aus diesem den Gehalt an Kreatinin berechnen. Man trocknet den Rückstand mit Salpetersäure ein, glüht ihn, behandelt mit Wasser zur Lösung des Chlornatriums und sammelt das Zinkoxyd auf einem Filter; nach dem Glühen wird dasselbe gewogen.

$$\text{Zinkoxyd} \,.\, 0{,}224 = \text{Kreatininchlorzink.}$$

20. Quantitative Eiweissbestimmung.

Ganz geringe Mengen Eiweiss, bis $^1/_2\,^0/_{00}$, finden wir im Fieber und bei der Ganularatrophie, bei Blasenkatarrh und Compensationsstörungen der Herzkrankheiten. Mittlere Mengen, $1\,^0/_{00}$ bis $^1/_2\,^0/_0$, sehen wir bei der chronischen Nephritis, bei Compensationsstörungen von

* Annal. Chem. Pharm., 1861, 119, 33.

** Zeitschr. f. physiol. Chem., 1886, 10, 113.

Herzkrankheiten und bei leichteren Fällen von acuter Nephritis. Sehr grosse Eiweissmengen kommen vor bei acuter Nephritis, bei chronischer Nephritis namentlich im Endstadium und bei amyloider Degeneration.

Quantitativ wird Eiweiss klinisch am bequemsten bestimmt durch *Esbach*'schen Albuminimeter. Man füllt Urin bis zur Marke U und dann das Reagens (Acid. picronitr. 5,0: Acid. retris. 10,0; Aq. dest. 500,0) bis zur Marke R, schüttelt gut durch, lässt bis zum folgenden Tage stehen und liest dann an einer Scala die Höhe des Niederschlages ab, welche für den Gehalt des Harns in Mitte Eiweiss umgerechnet ist.

Die wichtigsten Punkte der Semiologie des Harns.

Von **G. Zuelzer.**

Farbe, Durchsichtigkeit, Geruch des Harns.

Die Farbe des Harns ist gewöhnlich ein gesättigtes Gelb; doch kommen noch innerhalb physiologischer Grenzen Nuancen vom fast farblosem Gelb bis zum Dunkelrothgelb vor. Wir wissen nicht, ob ein oder mehrere Farbstoffe an der Färbung betheiligt sind. Im allgemeinen deutet eine helle Farbe auf reichliches, eine dunklere auf weniger reichliches Harnwasser. Die dunkleren Harne sind daher die concentrirten, sie haben ein hohes specifisches Gewicht; der Typus eines solchen hochgestellten — rothgelben bis rothen — Harnes ist der Fieberharn.

Bei pathologischen Harnen besteht der Parallelismus zwischen Farbe, specifischem Gewicht und Harnmenge nicht immer; so nicht beim Zuckerharn, der meist hellgelb ist und ein hohes specifisches Gewicht hat, oder wenn besondere Farbstoffe die Färbung bedingen, wie bei Anwesenheit von Gallenfarbstoff: gelb- bis braungrüner Harn; von Urobilin: gelbrother Harn, von Blutfarbstoff (blutrother bis braunschwarzer Harn), von Hämatoporphyrin: rothweinfarbener Harn; oder auch wenn die Harnfarbe durch Arzneimittel beeinflusst wird. Es erscheint der Harn z. B. grünlich bis dunkelbraun nach Carbol, Creosot und ähnlichen Präparaten, grünblau bis dunkelblau nach Methylenblau, bräunlich nach Rheum und Senna, nach Pyramidon zuweilen rosaroth und dergleichen mehr.

Der normale, frisch gelassene Harn ist klar und durchsichtig; eine leichte, nach längerem Stehen auftretende Trübung von Schleim, Nubecula, ist physiologisch. Bei Frauen vermag schon eine mässige Leukorrhoe eine geringe Harntrübung hervorzurufen. Eine stärkere Trübung kann herrühren von ausgefallenen Salzen; von Uraten, besonders bei Fieberharn, bekannt als sogenanntes Ziegelmehlsediment, von Phosphaten bei ammoniakalischer Gährung und bei der sogenannten Phosphaturie, von Oxalaten, die sich häufig bei der Phosphaturie oder alternirend mit ihr finden, — oder die Trübung wird bedingt durch Anwesenheit reichlicher Formelemente, meist zusammen mit Schleim, z. B. Epithelien (Tripperfäden) bei Gonorrhoe, Eiter ebenfalls öfters bei

Gonorrhoe, bei eiteriger Cystitis oder Pyelitis, Abscessen, die in die Blase durchgebrochen, etc., oder durch Blutgehalt des Harns (s. daselbst) oder endlich, wenn die Trübung des Harns eine diffuse gleichmässige ist, durch Bakterien, die sich im frischen Harn bei Cystitis und Pyelocystitis finden.

Der eigenthümliche specifische Geruch des Harns ist auch bei pathologischen Harnen selten geändert. Es ist dieses der Fall bei der ammoniakalischen Zersetzung des Harns, die sich bereits in den Harnwegen einstellen kann (schwere Cystitis) und wobei der sogenannte urinöse Geruch auftritt, der sich auch bei dem Kranken selbst bemerkbar macht. Fäculenter Geruch wird beobachtet bei Blasenmastdarmfisteln, Fäulnisgeruch beim Faulen eiweisshaltigen Urins. Bei schweren Cystitiden tritt bisweilen Geruch nach Schwefelwasserstoff auf (Hydrothionurie). Bekannt ist der eigenthümliche Geruch des Harns nach Spargelgenuss sowie der veilchenartige Geruch nach Einnahme von Terpentinöl.

Reaction des Harns.

Normaler Urin nach gemischter Kost reagirt meist sauer, und zwar, wie bisher angenommen, nur infolge der Anwesenheit von sauren Salzen, namentlich der sauren phosphorsauren Salze. Da wir aber seit kurzem wissen, dass wenigstens ein Theil der Harnsäure im freien Zustand, durch Harnfarbstoff in Lösung gehalten, im Harn vorkommt, müssen wir in der Harnsäure auch einen, wenn auch wahrscheinlich sehr geringen Factor der sauren Reaction erblicken.

Die Aenderung der normalen Acidität des Harns, sei es als Steigerung derselben oder als Abnahme bis zur alkalischen Reaction besitzt ein hohes semiotisches Interesse.

Bei alkalischer Reaction frischen Harns ist zu unterscheiden, ob dieselbe durch (intravesicale) bakterielle Zersetzung ursprünglich sauer secernirten Harns entstanden ist — in diesem Falle ammoniakalischer Gährung ist eine Cystitis die Ursache — oder ob der Harn bereits alkalisch secernirt wurde; Vermehrung der fixen Basen (Kalium, Natrium oder alkalischer Erden) haben hier die alkalische Reaction bewirkt. Auf Zusatz einer Mineralsäure wird der durch ausgefallene Phosphate trübe Harn klar, da keine unlösliche bakterielle Trübung vorhanden ist. Diese Fälle sind als sogenannte Phosphaturie häufig in der Literatur beschrieben worden. Der Name ist deshalb falsch, weil man darunter eine absolute Vermehrung der im Harn ausgeschiedenen Phosphorsäure verstehen müsste, die thatsächlich gar nicht existirt. Es soll vielmehr oft in diesen Fällen die Gesammtphosphorsäuremenge eher vermindert sein. Das Charakteristische der Krankheit, wenn man diesen Namen anwenden darf, liegt in der alkalischen Reaction des Harns und dem dadurch erst bedingten Ausfallen der phosphorsauren Salze. Mit vollem Recht ist daher in neuester Zeit an Stelle von Phosphaturie der Name Alkalinurie vorgeschlagen worden.

Die Alkalinurie wird beobachtet einmal nach alkalireicher Nahrung (der Harn der Pflanzenfresser ist alkalisch!), resp. nach therapeutischer Zufuhr von kaustischen, kohlen- oder pflanzensauren Alkalien, welch letztere bekanntlich als kohlensaure Alkalien ausgeschieden werden.

In diesem Falle nämlich wird die Blutalkalescenz erhöht und infolge dessen wird der Harn — wie er analog bei Glykämie glykosurisch wird — alkalisch. Da ebenso wie durch erhöhte Alkalizufuhr durch vermehrte Säureverluste (häufiges Erbrechen HCl-reichen Mageninhaltes etc.) eine Erhöhung der Blutalkalescenz entsteht, beobachten wir auch in diesen Fällen Alkalinurie. Ja, dieses Regulationsbestreben des Organismus, seine Blutzusammensetzung constant zu erhalten, geht so weit, dass einige Stunden nach der Mahlzeit, wann also die Hauptabscheidung der Salzsäure aus dem Blutstrom in den Magen erfolgt, der Harn vorübergehend neutral oder alkalisch reagiren kann. In den Fällen von Achylia gastrica hingegen, wo ja keine Säure in den Magen abgeschieden wird, wurde auch die postcönale Aciditätsabnahme vermisst.

Es sind nun noch eine Reihe von Fällen von Phosphaturie (Alkalinurie) mitgetheilt, in denen anscheinend keines der oben angeschuldigten Momente vorlag. Es wurde vielmehr für diese Fälle eine eigene Stoffwechselanomalie, auf Neurasthenie basirend, verantwortlich gemacht. Die Frage ist jedenfalls noch nicht geklärt; Alkalescenzbestimmungen des Blutes liegen hier noch nicht vor; sollte sich, wie anzunehmen, eine erhöhte Blutalkalescenz finden, so wird man vorerst nach ihrer Ursache zu fahnden haben, bevor man sich mit der allgemeinen Annahme einer Stoffwechselanomalie begnügt.

Die therapeutischen Massnahmen zur Bekämpfung jener die Patienten oft sehr beunruhigenden Erscheinung des trüben Harns (Alkalinurie) sind gegeben (Aenderung der Diät, Zufuhr von Mineralsäuren u. dergl.).

Als interessantes Curiosum sei hier die epikritische Aciditätsabnahme des Harns bei croupöser Pneumonie erwähnt; sie beruht auf der Zunahme des Natriums im Harn, welches zum grossen Theil aus dem nach der Krisis zur Resorption gelangenden croupösen Exsudat stammt.

Harnmenge; specifisches Gewicht des Harns.

Der gesunde Erwachsene scheidet durchschnittlich täglich 1500 bis 2000 Ccm. Urin aus; die Frau 2—300 Ccm. weniger. Reichliches Trinken vermehrt das Harnwasser um ca. $^2/_3$ des Getrunkenen; starkes Schwitzen, diarrhoische Stühle, reichliches Erbrechen u. s. w. vermindern es entsprechend. Häufiges Urinlassen bildet einen Reiz für lebhafte Urinsecretion; eine volle Blase schränkt dieselbe, anscheinend durch Stauung in den Ureteren, ein. In der Nacht wird im allgemeinen weniger Urin secernirt als am Tage, doch soll das Umgekehrte der Fall sein bei Herzkranken, Nierenkranken, Arteriosklerotikern, Kachektischen und Diabetes insipidus-Kranken.

Die veränderte Harnausscheidung unter pathologischen Verhältnissen sowie durch medicamentöse Beeinflussung erklärt sich praktisch vielleicht am besten mit Hilfe einer Combination der *Ludwig*'schen Filtrations- und der *Heidenhain*'schen Secretionstheorie, wonach die Harnsecretion abhängig sei vom Blutdruck, der Stromgeschwindigkeit, d. h. der Blutmengen, die in der Zeiteinheit durch das Gebiet der Nierencapillaren hindurchfliessen, und der specifischen Energie der Epithelialzellen, i. e. der Beschaffenheit des Nierenparenchyms. Infolge dessen beobachtet man zuerst bei doppelseitigen Nierenentzündungen Aenderungen in der Harnmenge; diese ist umso geringer, je acuter

die Nephritis, und wird reichlicher als normal bei den chronischen Nephritiden (Schrumpfniere) infolge des hier stets vorhandenen erhöhten Blutdrucks. Aus gleichem Grunde ist die Diurese gesteigert bei Aorten-insufficienz sowie in der Reconvalescenz nach schweren fieberhaften Krankheiten, wo mit der Kräftigung des Herzmuskels der Blutdruck parallel ansteigt; doch wirken hier auch eventuell andere Factoren mit, retinirte Flüssigkeit (Ex- und Transsudate) und Salze (Harnstoff, Kochsalz u. s. w.), welche direct die specifischen Nierenepithelien zu erhöhter Thätigkeit anregen, d. h. diuretisch wirken, wie dies auch bei einzelnen sogenannten Diureticis, z. B. Diuretin, der Fall ist. Es können die Diuretica aber auch dadurch wirken, dass sie den Blutdruck steigern, wie Digitalis, oder beides vereinen (Coffein), oder auch indem sie den Geweben Wasser entziehen (Liq. Kal. acetic., Milchzucker).

Das gleiche Symptom der Polyurie beim Diabetes (mellitus und insipidus), Migräne, Morbus Basedow und anderen nervösen Affectionen ist vielleicht durch directe nervöse Beeinflussung der Nierenepithelien, vielleicht auch durch Erweiterung der Blutbahn bei normalem arteriellem Blutdruck, d. h. durch vermehrte Durchströmung der Nieren in der Zeiteinheit zu erklären. Beim Diabetes kann auch die Polydypsie das Primäre, die Polyurie nur secundär sein.

Umgekehrt spricht verminderte Harnwasserausscheidung entweder für unternormalen Blutdruck (bei Schwäche des linken Ventrikels und gleichzeitiger venöser Stauung, also erhöhtem venösen Druck, wird der Druck in den Nierenarterien am kleinsten sein) oder für Verminderung der die Nieren durchströmenden Blutmengen: acute Nephritis, da Stromverlangsamung zum Wesen der entzündlichen Kreislaufstörung gehört. Hier wirken jedoch gleichzeitig noch zwei andere Factoren mit, um die Harnmenge zu beschränken: die Schädigung der Nierenepithelien und die durch die entzündliche Schwellung derselben bewirkte mechanische Verlegung der Harncanälchen. Dabei kann es auch zum vollkommenen Versiegen der Harnsecretion, zur Anurie, kommen, die bekanntlich meist zur Urämie führt. Man findet die Oligurie ferner bei schweren Anämien, nach Blut- und grossen Wasserverlusten (Cholera), bei schneller Bildung von Ex- oder Transsudaten, bei gewissen nervösen Reizen (Shock, Hysterie) sowie bei localen Gefässcontractionen (Verengerung der Nierenarterien), bei Bleikolik.

Die Ursache der Harnverminderung oder -Verhaltung (Anurie) kann auch eine rein mechanische sein, wenn die ableitenden Harnwege durch Geschwülste, Steine, Stricturen etc. verlegt sind.

Das specifische Gewicht des Harns giebt uns Auskunft über das Verhältnis der festen zu den flüssigen Bestandtheilen. Eine einfache Berechnung, die Multiplication der beiden letzten Ziffern des specifischen Gewichtes mit 2 (*Trapp*'scher Coefficient) oder 2,3 (*Haeser*'scher Coefficient) ergiebt ziemlich annähernd die Summe der in 1 Liter Harn enthaltenen festen Bestandtheile in Grammen. Sie beträgt normaler Weise im Mittel täglich 55—65 Grm.; das specifische Gewicht ist 1017—1020 bei einer mittleren Tagesmenge von 1400—1600 Ccm.

Die Abhängigkeit des specifischen Gewichtes von der Harnmenge ist bei normaler Ausscheidung der Harnfixa einleuchtend. Ist nämlich aus einem der oben angeführten Gründe nur das Harnwasser vermindert, so muss das specifische Gewicht entsprechend steigen (bei

acuten fieberhaften Krankheiten, bei allen Krankheiten, die zur Stauung führen, bei den uncomplicirten parenchymatösen Nierenerkrankungen). Ist umgekehrt nur das Harnwasser vermehrt, so sinkt das specifische Gewicht des Harns (nach reichlicher Flüssigkeitszufuhr, in der Reconvalescenz, nach acuten fieberhaften Krankheiten, beim Diabetes insipidus). Erscheint hingegen Menge und specifisches Gewicht vermindert, so deutet das entweder auf gestörten Stoffumsatz (finem vitae versus) oder auf Retention harnfähiger Substanzen (chronische parenchymatöse Nephritis, Urämie); denn in beiden Fällen ist vor allem der Harnstoff vermindert, der (25—35 Grm.) normaler Weise den Hauptantheil der festen Harnbestandtheile ausmacht. Harnmenge und specifisches Gewicht gleichsinnig vermehrt findet man fast nur bei Vorhandensein von Zucker.

Harnstoff ($\overset{+}{U}$).

Bei der Beurtheilung der semiotischen Bedeutung des Harnstoffs haben wir verschiedene Punkte streng auseinander zu halten. Da in der classischen Periode der Entwicklung der Lehre vom Stoffwechsel der Harnstoff als der Hauptrepräsentant der N-haltigen Endproducte im Harn für deren Gesammtsumme stets bestimmt und an ihm also die Grösse des Eiweissumsatzes gemessen wurde, ist es eine häufige Gewohnheit geworden, auch heute noch an Stelle des Gesammt-N den Harnstoff namhaft zu machen. Es liegt jedoch kein Grund vor, diese Gewohnheit beizubehalten. Denn de facto wird heute zur Kenntnis der N-Bilanz allgemein nur noch der Gesammt-N mittels der elementaranalytisch genauen *Kjeldahl*'schen Methode bestimmt, die noch nebenbei den Vorzug grosser Einfachheit besitzt; ausserdem ist selbst unter normalen Verhältnissen der Quotient $\frac{\text{Harnstoff}}{\text{Gesammt-N}}$ ein in so weiten Grenzen schwankender, dass bei der alten Berechnungsweise leicht viele Procent Fehler mit unterlaufen.

Die semiotische Bedeutung der Harnstoffmenge liegt vielmehr darin, dass uns letztere, verglichen mit dem Gesammtstickstoff, ein orientirendes Bild über den qualitativen Abbau des Eiweisses im Organismus giebt. Die Ausscheidungsgrösse des $\overset{+}{U}$, als des „harnfähigsten" Körpers, belehrt uns ferner am besten, wie wir schon bei Betrachtung des specifischen Gewichtes sahen, ob harnfähige Stoffe im Körper retinirt werden, d. h. ob die Nieren sufficient sind oder nicht.

Gesammtstickstoff.

Um den Eiweissstoffwechsel, dessen Kenntnis uns die N-Untersuchung in Harn und Koth vermittelt, richtig würdigen zu können, ist ein ganz kurzer Ueberblick über die allgemeine Stoffwechsellehre unerlässlich.

Die Lehre vom allgemeinen Stoffwechsel befasst sich mit den Veränderungen, welche die Nahrungsstoffe erlitten haben, wenn sie den Körper verlassen. Sie berücksichtigt also einerseits die aufgenommene Nahrung, andererseits die Endproducte ihrer Veränderung, wie sie im Harn, Koth und der Perspiration ausgeschieden werden.

Die Nahrungszufuhr hat die doppelte Aufgabe, dem Organismus für verlorene Körperbestandtheile Ersatzstoffe zu schaffen und zweitens

die Kraftquelle für die täglichen Arbeitsausgaben, d. h. das Material für die im Organismus sich abspielenden Verbrennungsprocesse (*Liebig* und *Lavoisier*) zu liefern. Nach diesem Gesichtspunkt hat man die Nahrungsstoffe eingetheilt:

1. in solche, die nur als Kraftquelle dienen (Kohlehydrate, Leimstoffe, Sauerstoff); die in ihnen aufgestapelte potentielle Energie, ihre Spannkräfte, werden in lebendige Kraft (Wärme, Arbeit) umgesetzt;

2. diejenigen Nahrungsstoffe, die nur Ersatzmittel darstellen (Wasser, Salze); sie enthalten keinerlei verfügbare Spannkräfte und dienen nur dazu, dem Körper seine normale Zusammensetzung zu bewahren; sie ersetzen zu Verlust Gegangenes;

3. diejenigen Nahrungsmittel endlich, welche sowohl Ersatz- wie auch Kraftquelle sein können (Eiweiss, Fette). — Das Eiweiss nimmt eine ganz besondere Stellung ein, die unten genauer zu besprechen ist. Das Fett kann als Ersatzquelle nur dann dienen, d. h. unverbrannt in den Bestand des Organismus nur dann aufgenommen werden, wenn seine Spannkräfte vom Körper nicht mehr in Anspruch genommen werden. Es gebraucht nämlich der thierische Organismus eine ganz bestimmte Summe von Spannkräften, die sich nach der Grösse der zu leistenden wesentlichen und ausserwesentlichen *(Rosenbach)* Arbeit richten. Werden ihm dieselben nicht durch die Nahrung zugeführt, so entnimmt er sie seinem eigenen Bestande. Die Spannkräfte oder der Brennwerth der Nahrungsstoffe, d. h. diejenige Wärmemenge, welche frei wird, wenn der betreffende Stoff bis zu seinen (Stoffwechsel-)Endproducten verbrannt wird, werden nach Calorien berechnet (1 Calorie = diejenige Wärmemenge, welche nothwendig ist, um 1 Kgrm. Wasser um 1° C. zu erwärmen). Im Mittel hat 1 Grm. Eiweiss 4,1 Cal.; 1 Grm. Fett 9,3 Cal.; 1 Grm. Kohlehydrat 4,1 Cal. Es gebraucht der normale Mensch je nach Ruhe oder Muskelanstrengung circa 30—50 Cal. pro Kilogramm Körpergewicht. Zur Kraft- und Wärmeerzeugung erscheint es gleichgiltig, welcher der drei Nahrungsstoffe verbrannt wird; sie sind isodynam, d. h. sie können sich nach ihrem calorischen Werth gegenseitig vertreten. Liegt jedoch genügendes Angebot aller drei Stoffe vor, so scheint eine specifische Leistung derselben nicht von der Hand zu weisen. Zu dieser Annahme berechtigt die Thatsache, dass bei Muskelanstrengungen ein N-freies Material verbrannt wird, während N im Gegentheil zurückbehalten zu werden scheint. Bei geistiger Arbeit soll der N-Verbrauch gesteigert sein, doch ist diese Lehre nicht unwidersprochen geblieben. Hauptsächlich jedoch spricht schon heute, wo wir über die Orte der einzelnen Verbrennungen noch so wenig wissen, für bestimmte specifische Leistungen der Nahrungsstoffe die merkwürdige Erscheinung, dass der Organismus unter allen Umständen eine gewisse Menge Eiweiss zersetzt. Das Calorienbedürfnis mag durch N-freie Substanz noch so sehr überschritten sein, fehlt jegliches Eiweiss-N in der Nahrung, so giebt der Körper dasselbe von seinem eigenen Bestande ab. Im vollständigen Hunger zersetzt ein erwachsener Mensch von normalem Körpergewicht im Mittel etwa 33 Grm. Körpereiweiss (5,25 Grm. N) täglich, neben grösseren N-freien Bestandtheilen (Fett, Glykogen). Welcher vitalen Function durch die Eiweissverbrennung Genüge gethan wird, darüber haben wir nicht einmal eine Vermuthung.

Die Nahrung muss nun so zusammengesetzt sein, dass soviel Eiweiss aus derselben resorbirt werden kann, als der Organismus täglich

zersetzt; d. h. es muss soviel Eiweiss-N eingeführt werden als N im Harn und Koth erscheint. Man spricht alsdann vom Stickstoffgleichgewicht. Um dasselbe dauernd behaupten zu können, bedarf der Mensch — nach der alten *Voit*'schen Lehre — täglich mindestens 50—65 Grm. Eiweiss — gleichgiltig ob thierisches oder vegetabilisches —, vorausgesetzt, dass das Calorienbedürfnis durch die N-freie Nahrung reichlich gedeckt ist. Bei geringerer Kohlehydrat- und Fettzufuhr ist das Eiweissbedürfnis ein grösseres; es erweisen sich also die N-freien Stoffe, besonders die Kohlehydrate als Eiweisssparer. Bei geringerer Eiweisszufuhr als 50 Grm. zersetzt, nach *Voit*, der Körper vom eigenen Eiweissbestand. Bei grösserer Eiweisszufuhr dauert es nur wenige Tage, bis das N-Gleichgewicht wieder hergestellt ist, bis also die N-Ausfuhr wieder gleich der N-Zufuhr ist; ebenso beim Herabgehen in der Eiweisszufuhr: nur 1—2 Tage lang werden dann noch grössere N-Mengen ausgeschieden, als der Einfuhr entspricht. Da also der Organismus alles Nahrungseiweiss zersetzt, kann eine Eiweissmast nach der *Voit*'schen Lehre nicht möglich sein. N wird vielmehr nur retinirt, d. h. kommt als Eiweiss zum Ansatz, beim wachsenden Organismus, in der Reconvalescenz und bei der sogenannten Arbeitshypertrophie. Dass bei Muskelübungen die Muskelmasse zunimmt, lässt sich freilich nicht durch die tägliche N-Bilanz feststellen, ist aber nichtsdestoweniger eine allen wohlbekannte und gesicherte Thatsache.

Die neueren Untersuchungen haben die classische Lehre insofern ein wenig modificirt, als nach ihnen die untere Grenze der Eiweisszufuhr bei Erhaltung des N-Gleichgewichtes durch reichliche Zufuhr von Kohlehydraten und Fett als Eiweisssparmitteln etwas niedriger ausfällt. Die ganz niedrigen Zahlen (30 und 40 Grm. und noch weniger), welche angegeben wurden, sind jedoch nicht beweiskräftig; denn entweder dauerte der Stoffwechselversuch nicht lange genug, um einen allgemeinen Schluss zu rechtfertigen, oder die Versuchsperson war (in Bezug auf ihr Gewicht oder auch sonst) anormal.

Wichtiger erscheint, dass die Lehre von der Unmöglichkeit einer Eiweissmast durch erhöhte Eiweisszufuhr erschüttert zu werden droht. Es ist nämlich gelungen, durch Zufuhr ganz gewaltiger Eiweissmengen bei gleichzeitiger Steigerung der N-freien Nährstoffe, wie sie praktisch freilich kaum in Frage kommen, eine ganz erhebliche N-Retention zu erzielen. Es wurden zwei Versuchspersonen mit täglichen Eiweissmengen bis 390 Grm. bei einer Gesammtnahrung, die das Calorienbedürfnis um circa 1000 Cal. überstieg, gemästet und enorme N-Retention, in maximo bis 18 Grm. täglich, durchschnittlich 6—10 Grm. erzielt. Auf die Einzelheiten des Versuches kann hier nicht eingegangen werden; nur soviel muss aus den Zahlen entnommen werden, dass sicher der grösste Theil des N nicht als Muskeleiweiss angesetzt wurde. Ob die alte *Voit*'sche Auffassung vom circulirenden Eiweiss, das durch diese N-Mast besonders vermehrt würde, neben dem Organeiweiss, hier mit Erfolg zur Anwendung zu bringen ist, müssen gleichfalls fortgesetzte Untersuchungen lehren. In gleicher Richtung bewegen sich die neueren Beobachtungen, in denen bei gleichzeitiger Lecithindarreichung unerwartet starke N-Retention (bis 6 Grm. pro Tag) bei gewöhnlicher Eiweisszufuhr zu constatiren war. Auch hier steht eine Erklärung noch aus.

Diesen gröbsten Grundriss der Stoffwechsellehre kurz vorzuführen schien für den semiotischen Theil des Handbuches geboten. Denn die vorher geschilderten Harnuntersuchungsmethoden gestatten ihre praktische Anwendung. Mit Hilfe einer gewöhnlichen Waage nämlich orientiren wir uns mit ziemlicher Genauigkeit über den täglichen Fettansatz oder Verlust des im Stoffwechselversuch befindlichen Individuums. Die infolge der Lungen- und Hautperspiration zu Verlust gehende Wassermenge ist unter gleichbleibenden Versuchsbedingungen meist eine so constante (900—1000 Grm. pro die beim Erwachsenen), dass man diesen Factor füglich ausser Acht lassen kann. Die N-Ausscheidung aber in Harn und Koth zeigt uns genau die Grösse der Eiweisszersetzung an (1 Grm. N = 6,25 Grm. Eiweiss). Kennen wir nunmehr die täglichen Einnahmen — und mit Hilfe der *König*'schen Tabellen vermögen wir uns über ihre Zusammensetzung sowie über ihren Calorienwerth sehr genau zu unterrichten —, so belehrt eine einfache Rechnung über die N-Bilanz und zugleich die Eiweissausnützung der Nahrung im Darm. Besonders zu beachten ist, dass man nicht einen beliebigen Tag zu einem solchen Versuch herausgreift; das Resultat würde möglicherweise ein ganz falsches Bild geben, da, wie wir schon sahen, die N-Ausscheidung durch die Art der Nahrung auch der vorhergehenden Tage stark beeinflusst wird. Bei ganz gleicher Nahrung dauert es mehrere Tage, bis N-Gleichgewicht erreicht ist.

Beispiel:

	N	Kohlehydrat	Fett	Ges. Calorien	Körpergewicht
24stünd. Einnahmen:	14 Grm. (= 87,5 Grm. Eiweiss)	450 Grm.	80 Grm.	2953	70 Kgrm.

	N (im Harn)	N (im Koth)	
„ Ausgaben:	11,4 Grm.	1,3	= Summa 12,7 Grm. = + 1,3 Grm. N (retinirt)

Eine Fettbestimmung des Kothes (s. dort) würde gleichzeitig die Ausnützung des Fettes klarstellen.

Auf die physiologischen Einzelheiten der rationellen Mast- oder Entfettungscur kann hier nicht näher eingegangen werden; nur an die allgemein heute geltende Grundregel sei erinnert, bei jeder Entfettung Einschmelzung von Körpereiweiss, d. h. eine negative N-Bilanz zu vermeiden. Eine wissenschaftliche Begründung für diese Forderung steht freilich noch aus, und ihre ganz strenge Anwendung mag vielleicht übertrieben sein, wie wir ja auch schon oben sahen, dass über die specifische Bedeutung der Eiweisszersetzung noch vollkommene Unklarheit herrscht. Die Empirie jedoch spricht so deutlich für den gesundheitlichen Nachtheil grösserer N-Verluste bei forcirten Entfettungscuren, dass über die praktische Bedeutung der N-Controle kein Zweifel besteht.

Wenn uns die alleinige N-Bestimmung in Harn (und Koth) über die Grösse des Eiweissumsatzes aufklärt, so können wir daraus noch nicht schliessen, welches Gewebe zerfällt, woher der Stickstoff stammt. Wohl aber scheint die Möglichkeit dazu gegeben, wenn man die relativen Werthe der Mineralstoffe zum Stickstoff in Berücksichtigung zieht. Die diesbezüglichen Untersuchungen wurden vor circa 20 Jahren ausgeführt, und wenn auch nicht geleugnet werden kann, dass bei der Complicirtheit der Verhältnisse die relativen Werthe nicht immer leicht semiotische Schlüsse zulassen, so erscheint die Idee doch so fruchtbar, dass die ganze Lehre hier kurze Berücksichtigung finden soll.

Vergleichende Analysen der verschiedenartigsten thierischen (resp. menschlichen) Gewebe haben gezeigt, dass die Gruppirung des Stickstoffes und der Aschenbestandtheile in denselben sich stets wiederholende, äusserst charakteristische Unterschiede darbietet. Wenn auch die absoluten Werthe für N, P_2O_5, H_2SO_4 etc. in denselben Organen verschiedener Individuen recht grossen Schwankungen ausgesetzt sind, so zeigt sich doch für die relativen Werthe (Menge des betreffenden Mineralstoffes auf N = 100 berechnet) eine sehr gute Uebereinstimmung. Es beträgt nun z. B. die relative P_2O_5, d. h. $N : P_2O_5 = 100 : x$ für den Muskel im Mittel 12,1 (d. h. auf 100 Theile Muskelstickstoff entfallen 12,1 Theile P_2O_5); für das Gehirn beträgt die relative P_2O_5 43, für den Knochen 426, für das Blut circa 3 u. s. f. Aehnliche Unterschiede zeigen die relativen Werthe für H_2SO_4, K, Na, Cl etc. bei den verschiedenen Organen. Es ist nun klar, dass, wenn unter physiologischen oder pathologischen Verhältnissen z. B. Muskelsubstanz zur Zersetzung kommt, wenn also der N und die Salze des Muskels zur Ausscheidung gelangen, im Harn sich gleichfalls jene relative Gruppirung wiederfinden muss. Ein ganz anderes Verhältnis wird sich zeigen, wenn lebhafter Gehirnstoffwechsel stattgefunden u. s. f. Der exacte Beweis wurde durch einseitige Fütterung mit den verschiedenen Geweben (Gehirn, Blut, Muskel) erbracht; es fand sich darnach, wie zu erwarten, im Harn eine ganz analoge Gruppirung (analoge relative Werthe der Mineralstoffe zum N), wie sie in der Nahrung vorhanden.

Sind nunmehr durch eine Reihe von Vorversuchen an normalen Individuen die durch eine bestimmte Nahrung im Harn bedingten relativen Werthe bekannt, so lassen typische Aenderungen in der Gruppirung unter geeigneten Verhältnissen einen Rückschluss zu, in welchen Geweben, resp. Organen ein abnormer Stoffwechsel stattfindet. Es ist eine zweifellos gerechtfertigte Forderung der modernen Stoffwechsellehre, dass auch der Koth mitberücksichtigt werden muss, da seine eventuell abnorme Zusammensetzung nicht ohne Einfluss auf die Harnzusammensetzung sein kann. Wenn aber eine grosse Anzahl von untereinander unabhängigen Einzeluntersuchungen bei verschiedenen physiologischen oder pathologischen Zuständen bestimmte typische Resultate ergeben hat, so sind dieselben immerhin, auch ohne Kothbestimmungen, verwerthbar, weil dann entweder diese Fehlerquelle so klein oder so gleichmässig sein muss, dass sie das Resultat nicht beeinflusst. Die semiologische Bedeutung der relativen Werthe der einzelnen Mineralstoffe wird bei Besprechung dieser gewürdigt werden.

Was die pathologische Veränderung der Gesammt-N-Ausscheidung anbelangt, so ist stets davon auszugehen, dass zwischen den Einnahmen und Ausgaben normaler Weise Stickstoffgleichgewicht bestehen soll (s. o.).

Eine Vermehrung der Ausscheidung, d. h. also N-Verlust des Organismus, findet sich: beim Säugling physiologisch in den ersten (besonders dem 3. und 4.) Tagen nach der Geburt; bei allen Krankheiten, welche mit starker Unterernährung oder Hunger einhergehen; beim Fieber, dem infectiösen sowohl wie dem aseptischen. Der erhöhte Eiweisszerfall beruht hier auf verschiedenen Momenten; einmal auf der im Fieber meist unvermeidlichen Unterernährung (die der Arzt aber eher bekämpfen als gar unterstützen sollte), zweitens auf der Temperaturerhöhung als solcher. Hauptsächlich aber handelt es sich wohl im

Fieber um toxischen Eiweisszerfall, wie wir ihn auch bei den sogenannten kachektischen Krankheiten (Carcinom und anderen bösartigen Geschwülsten) beobachten.

Hierher gehören noch die chronischen Infectionskrankheiten (Tuberculose, Pyämie), die schweren Anämien, Scorbut, die Vergiftungen (Phosphor u. a.), Autointoxicationen (Urämie etc.) und der Morbus Basedowii, bei dem wir nach der anscheinend plausibelsten Erklärung den Eiweisszerfall auf das im Körper kreisende Thyreotoxalbumin beziehen können.

Besonders muss hier des Diabetes mell. gedacht werden, weil noch häufig die Vorstellung besteht, dass derselbe mit erhöhtem Eiweisszerfall einhergehe. Das ist aber nicht oder richtiger oft nur scheinbar der Fall. Bei einer Nahrung nämlich, die für einen Gesunden von gleichem Körpergewicht calorisch ausreichend ist, befindet sich ein Diabetiker mit mehreren Procent Zucker im Harn begreiflicher Weise in Unterernährung, da von seiner Nahrung beispielsweise 100 oder mehr Gramm Zucker unbenützt ausgeschieden werden; der Diabetiker würde also in diesem Falle einige 100 Calorien zu wenig aufnehmen und deshalb Eiweissabschmelzungen erleiden. Ein anderer Umstand, dass der Diabetiker infolge der naturgemäss eiweissreichen Nahrung auch viel N im Harn ausscheidet, bedarf als selbstverständlich kaum der Erwähnung.

Immerhin giebt es seltene Fälle von Diabetes, in denen wie bei den kachektischen Krankheiten Eiweisszerfall beobachtet worden ist. Der erhöhte Eiweisszerfall im diabetischen Koma fällt unter die Kategorie der Autointoxicationen.

Die Eiweissverluste des Organismus bei directer Durchlässigkeit der Nieren für Eiweiss sind natürlich ganz anders zu beurtheilen; und wenn wir von den extremen Fällen absehen — besonders bei der syphilitischen Albuminurie sollen gewaltige Eiweissmengen ausgeschieden werden —, bedeutet das Harneiweiss allermeist keinen für die Ernährung ins Gewicht fallenden N-Verlust.

Ebenso wie die erhöhte N-Ausfuhr kann auch eine Verminderung derselben nur relativ, d. h. im Verhältnis zum Nahrungs-N betrachtet werden. Wir sahen schon, dass physiologisch eine N-Retention statthat im Wachsthum, in der Reconvalescenz (wo bis zur Hälfte des aufgenommenen N zum Ansatz kommen kann) und bei der Arbeitshypertrophie der Muskeln. Wenn wir füglich von den Fällen absehen, wo durch mechanische Hindernisse die Harnentleerung unmöglich gemacht ist, deutet unter pathologischen Verhältnissen jede N-Verminderung im Harn auf Insufficienz der Nieren und ist von schlechter prognostischer Bedeutung (Urämie!). Es ist bekannt, dass der Organismus in solchen Fällen es oft versucht, auf anderem Wege (Haut, Magen, Darmschleimhaut) sich der für ihn nicht indifferenten harnfähigen Bestandtheile zu entledigen, ein Weg, der eventuell auch therapeutisch zu beschreiten ist. Schon deshalb verdient die Möglichkeit Beachtung, eine Nephritis der gewundenen Canälchen — deren Epithelien die Secretion des Harnstoffes obliegt — von einer reinen Glomerulonephritis zu unterscheiden. Da durch die Glomeruli das Harnwasser und die Salze ausgeschieden, da andererseits beim Eiweisszerfall Harnstoff und P_2O_5 in bestimmtem Verhältnis ausgeschieden werden, wird alleiniges Sinken der $\overset{+}{U}$-(N-)Ausscheidung bei annähernd normaler Wasser- und P_2O_5-Menge

auf alleiniges oder hauptsächliches Befallensein der Epithelien der Harncanälchen von einzelnen Autoren bezogen. Bei der Glomerulonephritis schwankt die $\overset{+}{U}$-Ausscheidung; bei allgemeiner Nephritis sind die Verhältniszahlen kaum gestört.

Von den einzelnen Componenten des Gesammtstickstoffes entfallen normaler Weise circa 84—87% auf den Harnstoff-N, 2—5% auf den N des Ammoniaks, 1—3% auf denjenigen der Harnsäure; der Rest gehört den Extractivstoffen an.

Ammoniak (NH_3).

Die NH_3-Bestimmungen sind nur insoweit von Interesse, als sie an unzersetztem, frischem Harn vorgenommen werden. Wird der Harn bereits in ammoniakalischer Gährung begriffen aus der Blase entleert (Cystitis), so ist natürlich auch in diesem Falle die NH_3-Bestimmung zwecklos.

Das NH_3 erscheint im Harn, an die verschiedenen Säuren gebunden, in täglichen Mengen von 0,3—1,2 Grm., im Mittel 0,7 Grm. Es entstammt einmal dem mit den Ingestis eingeführten, gewöhnlich sehr geringfügigen Mengen NH_3 (gewisse Speisen, wie Rettig, sind daran reich; die Tabaksatmosphäre enthält viel NH_3 etc.), zum weitaus grössten Theil aber dem Eiweiss. Beim Eiweissabbau entsteht mit Wahrscheinlichkeit in der Leber ein organisches (kohlensaures, carbaminsaures etc.) Ammonsalz, aus dem sich Harnstoff bildet. Doch entgehen schon normaler Weise geringe Mengen NH_3 der Harnstoffbildung und werden unverändert ausgeschieden.

Unter pathologischen Verhältnissen nun findet eine Vermehrung des ausgeschiedenen Ammoniaks und eine entsprechende Harnstoffverminderung statt, wenn das Leberparenchym nicht mehr imstande ist, die Harnstoffsynthese zu vollziehen oder zweitens, wenn Säuren vorhanden sind, welche das Ammoniak vor der Synthese mit Beschlag belegt haben.

Das erstere ist der Fall bei schweren Lebererkrankungen, Phosphorvergiftung, acuter gelber Leberatrophie, bei malignen Lebertumoren und gewissen Fällen von Lebercirrhose kurz vor dem Exitus. Es wurden hier statt normal 1—5%, 7—9%, ja in einem Falle sogar 37% der Gesammt-N als Ammoniak-N gefunden.

Umgekehrt jedoch kann man aus normalen, relativen oder absoluten Ammoniakzahlen nicht den Schluss ziehen, dass die Leber gesund oder functionstüchtig sei; denn es ist geradezu erstaunlich, mit wie geringfügigen Ueberresten functionirenden Parenchyms eine anscheinend durch und durch degenerirte Leber noch ihre Arbeit verrichten kann.

Analog, auf mangelhafter Synthese des Harnstoffes beruhend, ist die relative Vermehrung des NH_3 um das 4—8fache auf Kosten des ersteren bei chronischer circulatorischer und respiratorischer Dyspnoe (Herzinsufficienz, Asthma) beobachtet worden. Man fand hier gleichzeitig, wie auch bei den oben erwähnten Leberaffectionen, Milchsäure im Harn, deren Herkunft noch nicht einwandsfrei erklärt ist.

Das Ammoniak, als Zersetzungsproduct des Eiweiss, kann aber auch, wie erwähnt, vermehrt im Harn erscheinen, wenn dasselbe, bevor es zur Harnstoffbildung kam, durch anormal entstandene oder künstlich eingeführte Säuren mit Beschlag belegt worden war. Es verhindert

nämlich beim Menschen, wie überhaupt bei den Carnivoren*, das stets vorhandene und leicht disponible Ammoniak in weiten Grenzen eine auch nur vorübergehende Verarmung des Organismus an fixen Alkalien. Da aber immerhin dieses Regulationsvermögen, welches die normale Blutalkalescenz garantirt, erschöpft werden kann, und dem Organismus dadurch die schwerste Schädigung droht, so kann die Ammoniakbestimmung von grosser semiologischer Bedeutung sein, wenn es sich darum handelt, eine beginnende oder vorhandene Acidosis nachzuweisen, wie besonders beim Diabetes (β-Oxybuttersäure, Acetessigsäure), woselbst bis 12 Grm. NH_3 täglich beobachtet worden sind, vor dem drohenden Koma bei Urämien (?) oder bei Vergiftungen mit unbekannten Substanzen, wo der Verdacht einer Säurevergiftung vorliegt. Schleunige Zufuhr von Alkalien (Sodainfusion, Natron bicarb. per os) sind dann von vitaler Indication und setzen in glücklichen Fällen die NH_3-Ausscheidung zur Norm herab. Beim drohenden Coma diabeticum freilich ist von den meisten Autoren jeder praktische Erfolg der Alkalizufuhr bestritten worden, trotzdem derselbe bei den experimentellen Säurevergiftungen nie auszubleiben pflegt. Dies ist erklärlich, wenn man die im Coma bereits erreichte Höhe der Säurevergiftung erwägt; nur eine frühzeitig, mit dem Beginn der NH_3-Vermehrung einsetzende, constant fortgesetzte Alkalizufuhr kann nützen.

Bei den Gastroenteritiden im Säuglingsalter sind auch hohe NH_3-Werthe beobachtet worden (40% des Ges.-N), die auf Natron bic.-Zufuhr bis zu den normalen Grenzen heruntergingen; man hat diese Erkrankungen deshalb auch als Säureintoxicationen aufgefasst. Vielleicht sind aber auch zum mindesten gleichzeitig vorhandene Leberfunctionsstörungen hier anzuschuldigen.

Die erhöhte NH_3-Ausscheidung beim Fieber ist ohne besonderes semiologisches Interesse, mag sie nun durch erhöhten Eiweisszerfall bedingt sein oder eine Folge vermehrter NH_3-Bildung durch bakterielle Zersetzungen (?) sein.

Harnsäure.

Die Harnsäure, der nächstbetheiligte Factor am Gesammtstickstoff, ist infolge ihres zweifellosen Zusammenhanges mit der Gicht vielleicht der interessanteste stickstoffhaltige Körper des Harns. Leider ist — und das muss von vornherein und unumwunden gesagt werden — seine semiologische Bedeutung eine recht geringe.

So bedeutsam der Einblick ist, den uns die Ausscheidungsgrösse der Harnsäure als physiologischen Stoffwechselproductes in den feineren Betrieb des Organismus gewährt, so spärlich sind die Rückschlüsse, die wir unter pathologischen Verhältnissen aus dem Harnsäurebefund in diagnostischer, prognostischer oder therapeutischer Hinsicht machen können.

Physiologisch ist ungefähr Folgendes ziemlich allgemein anerkannt. Die Harnsäure, in ihrer Constitution dem Xanthin äusserst nahestehend

---

* Bei Herbivoren besteht diese Fähigkeit des Organismus, Säuren durch NH_3 zu binden, gleichfalls, ist aber infolge mangelhafter Uebung — da stets Ueberschuss an fixem Alkali vorhanden, welcher meist zur Neutralisirung der Säuren ausreicht — quantitativ unzureichend.

— sie enthält ein O mehr als dieses —, ist wie die Xanthin- (oder Nuclein-)Basen ein Spaltungsproduct der Nucleine. Vielleicht bilden die Xanthinbasen eine Vorstufe der Harnsäure. Es ist wahrscheinlich, dass letzterer im Organismus zu Harnstoff weiter oxydirt werden kann, wenigstens erscheint künstlich eingeführter $\overline{U}$ im Harn als $\overset{+}{U}$. Die Menge der täglich ausgeschiedenen Harnsäure beträgt 0,2—1,4 Grm. Diese grossen Schwankungen sind in individuellen, uns unbekannten Verhältnissen begründet. Es ist jedoch zweifellos, dass ihre Ausscheidungsgrösse durch die Art der Nahrung beeinflusst werden kann: nach vegetabilischer Nahrung ist sie am kleinsten, am grössten nach reiner Fleischnahrung, wenn wir von nucleinreicher Nahrung, wie Kalbsmilch, absehen, die geradezu eine alimentäre Harnsäurevermehrung bewirkt. Bei der Fleischnahrung soll nun die vermehrte Harnsäure nicht als Zersetzungsproduct des eingeführten Eiweisses erscheinen, sondern wahrscheinlich nur als eine Folge der durch die Eiweissnahrung bedingten stärkeren Leukocytose, wenn der Parallelismus zwischen Leukocytose und Harnsäurevermehrung, der unter pathologischen Bedingungen heute wohl als eine gesicherte Thatsache angesehen werden kann, auch physiologisch zu Recht besteht.

Man hat auf den Quotienten Ges.-N : Harnsäure-N oft Werth gelegt und ganze Theorien darauf gegründet; es scheint, mit Unrecht. Denn seine Grösse schwankt bei ganz gesunden Personen innerhalb weitester Grenzen (23—120) und muss auch je nach der Nahrung ganz verschieden ausfallen, weil nach der obigen Annahme der N von der Gesammteiweiss-Zufuhr, die $\overline{U}$ aber nur vom Nuclein der Nahrung und des Organismus abhängig ist.

Seit man die Verwandtschaft und gemeinschaftliche Abkunft der Harnsäure und der Xanthinbasen erkannt hat, lag es nahe, zwischen diesen beiden Gruppen eine bedeutungsvolle Relation herauszufinden. Die ungenügende Methodik hat, falls eine solche, wie wohl zu erwarten, besteht, sie uns noch nicht erkennen lassen.

Hier muss auch des Ausfallens von reiner Harnsäure oder von Uraten im Harn gedacht werden. Es spricht dasselbe keineswegs für eine pathologische Vermehrung der Harnsäure; wir finden Urate bei concentrirten, also wasserarmen (besonders Fieber-) Harnen. Ob hohe Acidität besonders die $\overline{U}$-Ausscheidung begünstigt, wird einer Nachprüfung bedürfen, seit wir allerneuestens wissen, dass die Harnsäure zum Theil wenigstens auch durch den Harnfarbstoff in Lösung gehalten werden kann. Sehr oft jedenfalls, das kann schon heute gesagt werden, finden wir Harnsäuresediment in vollkommen normalen Harnen, und wir messen ihm dementsprechend für gewöhnlich auch gar keine Bedeutung bei. Bei bestehenden Uratsteinen wird man natürlich auch das Sediment therapeutisch zu beeinflussen suchen müssen.

Was nunmehr die pathologisch verminderte $\overline{U}$-Ausscheidung anbelangt, so liegt auf der Hand, dass bei einer so erheblichen physiologischen Breite (0,2 Grm. bis zum 7fachen, 1,4 Grm.) nur extreme Befunde als pathologisch oder gar pathognomonisch gedeutet werden können. Und von diesem Gesichtspunkte aus ergiebt sich dann, dass wir nur — und zwar ziemlich constant — bei Leukämie eine abnorme Vermehrung der $\overline{U}$ im Harn finden; bis 5 Grm.! pro die. Der Zusammen-

hang ist klar — der mit der starken Leukocytose verbundene reichliche Untergang der Leukocyten lässt sehr vermehrte Nucleinmengen zur Resorption gelangen, die als Harnsäure ausgeschieden werden; gehörte doch dieser Befund zu den Hauptstützen der neuen Theorie, dass die Harnsäure von den Nucleinen abstammt.

Dass bei fieberhaften Krankheiten, besonders denjenigen mit Leukocytose, hohe $\overline{U}$-Werthe gefunden werden, ebenso in der epikritischen Periode (bes. der Pneumonie), bis 2,7 Grm., ist hier zu erwähnen.

Bei allen übrigen pathologischen Zuständen liegen die Harnsäurewerthe durchaus in normalen Grenzen. Auch bei der Gicht!

Es ist hier um so weniger der Ort, auf das Wesen der Gicht einzugehen, als bei unserem augenblicklichen Stand der Kenntnisse die Ansicht vorherrscht, dass wir darüber herzlich wenig wissen und ein Eingehen auf die dementsprechend sehr mannigfachen Theorien sehr viel Raum beanspruchen würde. Für die semiotische Beurtheilung des Harnbefundes bei Gicht — und dasselbe gilt auch für die sogenannte arthritische Diathese — muss gesagt werden, dass man aus dem Harnbefunde nie und nimmer Gicht diagnosticiren kann.

Sehr mühevolle, über viele Wochen fortgesetzte exacte Stoffwechseluntersuchungen, welche die Anfalls- und anfallsfreie Zeit berücksichtigten, haben unwiderleglich gelehrt, dass die absoluten Harnsäurewerthe niemals die physiologische Breite überschreiten. Relativ erscheint die Harnsäure kurz vor dem Anfalle vermindert; 1—3 Tage vorher ist der tiefste Punkt der Harnsäurecurve erreicht. Mit oder unmittelbar nach dem Anfall steigt die Harnsäurencurve auf ihren Gipfel, um dann allmählich wieder ihr mittleres Niveau zu erreichen. Die Beobachtungen sprechen zweifellos für einen Zusammenhang zwischen Gichtanfall und Harnsäureausscheidung; aber es fehlt das verbindende Glied, so lange wir über die Menge und Herkunft der in den Gelenken abgeschiedenen Harnsäure noch keine Vorstellung haben.

Die Nucleintheorie, nach der die Harnsäure und Xanthinbasen, zusammen Xanthinkörper genannt, von derselben Quelle abstammen, liess für die Gicht eine veränderte Xanthinkörperausscheidung möglich erscheinen. Die Frage ist aus schon oben angeführten Gründen noch nicht endgiltig entschieden; die bisher vorliegenden Untersuchungen lassen jedenfalls die Alloxurkörperausscheidungen bei der Gicht als innerhalb normaler Grenzen liegend erscheinen.

Die semiologische Bedeutung des Kreatinins im Harn ist sehr gering. Es stammt dasselbe wahrscheinlich aus dem Kreatin der Muskeln, zum grössten Theile jedoch aus der Nahrung, und wird quasi als Begleiter des Harnstoffes täglich zu circa 1 Grm. vom erwachsenen Mann ausgeschieden. Bei alkalischer Harnreaction kann eine Rückwandlung in Kreatin erfolgen. Bei progressiver Muskelatrophie und Pseudohypertrophie erscheint es bedeutend (um circa das 10fache) vermindert im Harn; erfolgt rasches Abschmelzen von Körpermusculatur (Fieber, Hunger), so steigt der Kreatiningehalt des Harns.

Die Hippursäure hat vorwiegend physiologisches Interesse, weil sie durch Paarung des Glykokoll und der Benzoesäure in der Niere entsteht. Wird also dem Organismus Benzoesäure durch die Nahrung (Pflaumen, Maul-, Preisselbeeren etc.) zugeführt oder entsteht letztere durch stärkere

Eiweissfäulnis im Darm, so tritt reichlich Hippursäure im Harn auf (bis 2 Grm. pro die), da Glykokoll stets vorhanden ist. Ob die Hippursäure eine pathognomonische Bedeutung für Diabetes, Chorea und Leberkrankheiten hat, wo sie vermehrt beobachtet wurde, ist noch nicht klargestellt.

Allantoin, das gewöhnlich nur in ganz geringen Mengen, im Harn von Schwangeren etwas reichlicher vorkommen soll, hat, trotzdem es ein Oxydationsproduct der Harnsäure ist, bis heute gar kein semiologisches Interesse.

Chlor.

Die Hauptmenge des Chlor erscheint im Harn an Natrium gebunden, als Kochsalz; nur wenig als KCl. Das Kochsalz — und nur von diesem soll, dem praktischen Gebrauche folgend, die Rede sein — wird in einer durchschnittlichen Menge von 12—15 Grm. täglich ausgeschieden. Das Bestreben des Organismus, den Kochsalzgehalt seiner Säfte (etwa 0,5%) constant zu halten, beherrscht im allgemeinen die Kochsalzausscheidungsgrösse. Bei geringer Wasserausscheidung sehen wir also geringe, bei reichlicher Diurese entsprechend reichliche Kochsalzausscheidung. Es besteht normaler Weise Kochsalzgleichgewicht (der Ein- und Ausfuhr). Es giebt uns der Kochsalzgehalt des Harns am bequemsten ein Bild der Nahrungsaufnahme, resp. der Resorptionsverhältnisse des untersuchten Individuums. Denn nach obigem ist es klar, dass das hungernde, sowie das in chronischer Unterernährung befindliche Individuum (Carcinom etc.) nur geringen NaCl-Gehalt des Harns aufweisen. (Normaler Weise giebt ein Tropfen einer 12%igen Silbernitratlösung in salpetersauer gemachtem Harn einen grobklumpigen, käsigen Niederschlag; bei stark vermindertem NaCl-Gehalt entsteht nur eine Trübung.) Steigt demnach in derartigen chronischen Krankheiten der NaCl-Gehalt des Harns, so ist das semiologisch ein erfreuliches Zeichen beginnender besserer Ernährung. Bekanntlich (s. o.) wird in solchem Falle, der als Reconvalescenzperiode aufzufassen ist, Stickstoff retinirt, so dass der N-Gehalt des Harns für sich allein kein so deutliches Bild der Ernährung giebt wie der NaCl-Gehalt.

Eine Ausnahme der Hauptregel bildet die NaCl-Ausscheidung im Fieber; bei allen Fieberarten, mit alleiniger Ausnahme des Wechselfiebers, besonders aber bei der Pneumonie, wird, abgesehen von der schon durch das Fieber bedingten Unterernährung und der geringeren Wasserausscheidung, noch NaCl retinirt. Epikritisch findet eine entsprechende Steigerung der NaCl-Ausscheidung statt. Bei der par excellence kritisch verlaufenden Pneumonie kann man durch das schon vor der Krisis plötzliche Ansteigen der NaCl-Ausscheidung die Krisis um mehrere Stunden voraus diagnosticiren (mittels einfacher Silberprobe).

Da eine befriedigende Erklärung für jene specifische NaCl-Retention im Fieber noch aussteht, erübrigt es, hier auf die verschiedenen Theorien einzugehen.

Phosphor.

Derselbe kommt im Harn fast nur als (dreibasische) Phosphorsäure (H_3PO_4) vor, und zwar ist diese zu ungefähr zwei Dritteln an Alkalien (Na, K und NH_3), zu einem Drittel an die alkalischen Erden

(Ca, Mg) gebunden; ein kleiner Bruchtheil der Phosphorsäure erscheint in organischer Bindung als Glycerinphosphorsäure. In pathologischen Fällen, bei Chylurie, ist auch Lecithin im Harn beobachtet worden.

Bei Betrachtung der semiologischen Bedeutung der P-Ausscheidung sind verschiedene Gesichtspunkte zu berücksichtigen.

Was zuerst die absoluten quantitativen Verhältnisse betrifft, so scheidet der normale, erwachsene Mensch täglich 2,5—3,5 Grm. P_2O_5 und etwa 1—2 Mgrm. Glycerinphosphorsäure aus. Die Ausscheidung der Phosphorsäure ist wie die des Kochsalzes in erster Reihe von der Nahrung abhängig.

Insofern jedoch liegen die Verhältnisse für die Phosphorbilanz complicirter, als ein sehr grosser Theil der Phosphorsäure ($^1/_3$—$^1/_6$) durch den Darm ausgeschieden wird, und zwar in durchaus inconstantem Verhältnis. Der gleichzeitige Kalkgehalt der Nahrung ist hier als ein sehr wesentlicher Factor erkannt worden, indem er die Phosphorsäure entweder in unlöslicher, d. h. unresorbirbarer Form im Darm zurückhält, oder aber der schon resorbirte Kalk wird wieder nach dem Darmlumen hin ausgeschieden und reisst dabei die Phosphorsäure aus den Säften mit sich, um sie im Darm in unlöslicher Form festzuhalten und im Koth zur Ausscheidung zu bringen. Wir finden deshalb bei der kalkarmen Fleischnahrung die grössten P_2O_5-Werthe des Harns (nach Genuss von 1832 Grm. Fleisch in 24 Stunden wurden im Harn 8 Grm. P_2O_5 beobachtet) und geringen Kalkgehalt des Kothes, während umgekehrt bei der kalkreichen vegetabilischen Kost sehr geringe P_2O_5-Mengen im Harn gefunden werden (der Harn der Pflanzenfresser enthält nur Spuren von P_2O_5) und der Koth sehr phosphorsäurereich ist. Es ist daher für jeden Phosphorstoffwechsel unerlässlich, die Harn- und Kothausscheidung zu berücksichtigen, und es erscheint rathsam, eine möglichst einfache, absolut gleichbleibende Nahrung mit bekanntem Phosphorsäuregehalt zu verabreichen, wenn die äusseren Versuchsschwierigkeiten nicht unüberwindliche werden sollen.

Physiologisch ist noch zu erwähnen, dass reichliche Wasserzufuhr die P_2O_5-Ausfuhr steigert; die Gründe dafür liegen noch nicht genügend klar. Schon ins pathologische Gebiet gehört die vermehrte P_2O_5-Ausscheidung beim Hungern, da sie auf Zerfall von Knochensubstanz bezogen wird. Bei Knochenerkrankungen, speciell bei Osteomalacie, wo man reichliche P_2O_5-Abscheidung erwarten sollte, ist zwar vereinzelt für gewisse Stadien der Erkrankung davon berichtet worden; doch liegen auch gegentheilige Beobachtungen vor. Jedenfalls reichen unsere Erfahrungen noch nicht aus, um aus dem Phosphorgehalt des Harns (und des Kothes!) diesbezügliche pathognomonische Schlüsse zu ziehen. Differentiell-diagnostisch wichtig kann jedoch die Untersuchung auf P_2O_5 bei Meningitis werden, da hier, im Gegensatz zum Typhus, die Ausscheidung derselben constant gesteigert sein soll.

Die P_2O_5-Vermehrung bei Leukämie ist eine Folge des vermehrten Unterganges von nuclein-, i. e. phosphorhaltigem Material; analog beobachtet man nach künstlicher Zufuhr von Nuclein (Kalbsthymus etc.) nicht unbeträchtliche Steigerung der Phosphorsäureausscheidung (wie auch der anderen Nucleincomponente eine gesteigerte Harnsäureausscheidung [s. o.] entspricht). Es ist dies einer der seltenen Fälle, in denen wir den Abbau einer ursprünglichen Körpersubstanz (Kernsubstanz

der Leukocyten) vollständig verfolgen können. — In schweren Fällen von Diabetes ist ferner von erhöhter P_2O_5-Ausscheidung berichtet; da gleichzeitig die Kalkausscheidung vermehrt war, muss in gesteigertem, vielleicht durch die Acidose bedingtem Knochenzerfall die Ursache gesucht werden. Die auch in gewöhnlichen Fällen von Diabetes beobachtete Erhöhung der P_2O_5-Ausscheidung (4—6 Grm. pro die) ist als eine nicht pathognomonische, durch die reichliche Fleischnahrung (s. o.) hervorgerufene, alimentäre zu betrachten. — Die P_2O_5-Vermehrung endlich in der Reconvalescenz fieberhafter Krankheiten ist als eine natürliche Folge ihrer Verminderung während des Fiebers selbst zu beurtheilen. Letztere scheint eine specifische Eigenschaft des Fiebers zu sein (s. a. unter NaCl); man kann jedoch auch die wohl selten ganz fehlende Nierenreizung dafür verantwortlich machen. Jedenfalls beobachtet man häufig bei Nephritiden geringere Durchlässigkeit der Nieren für phosphorsaure Salze. Inwieweit die häufig berichtete P_2O_5-Retention bei Arthritis in den verschiedenen Formen eine prognostische Bedeutung hat, ist noch unentschieden.

Neben den soeben besprochenen absoluten quantitativen Veränderungen in der Ausscheidungsgrösse der P_2O_5 haben ihre relativen Werthe zum N (s. o.) ein erhöhtes semiologisches Interesse zu beanspruchen. Gerade ihr Studium hat sich unter den relativen Werthen der verschiedenen Mineralstoffe am fruchtbarsten erwiesen; denn die sehr prägnanten Unterschiede des P-Gehaltes der verschiedenen Körperorgane mussten die bei ihrem Zerfall (resp. ihrer Resorption nach Verfütterung) auftretenden Veränderungen in den relativen Werthen der P_2O_5 des Harns ausnehmend deutlich hervortreten lassen. Der mittlere relative Werth der P_2O_5 in der 24stündigen Harnmenge ist 17—20 (auf 100 N); bei den einzelnen Harnportionen ist er vormittags am niedrigsten, nachts am höchsten. Bei P_2O_5-armer Nahrung ändert sich das Verhältnis P_2O_5 : N. zu Gunsten des N, während bei P_2O_5-reicher Nahrung die P_2O_5 des Harns das Uebergewicht gewinnt. Im Kindesalter wird die relativ grösste P_2O_5-Menge ausgeschieden (Milch hat einen relativen Werth der P_2O_5 von 55, Muskelfleisch 12,1, Brot 33).

Im Schlaf und bei Ermüdungszuständen ist die relative P_2O_5 vermehrt, im Wachen und bei erhöhter geistiger Thätigkeit vermindert.

Unter pathologischen Verhältnissen sind gleichfalls eine grosse Reihe relativer P_2O_5-Werthe bestimmt worden. Die Dinge liegen hier so complicirt, dass viele der gefundenen Zahlen erst dann Bedeutung erlangen könnten, wenn neue Untersuchungen unter Beobachtung aller oben angeführten Cautelen sie bestätigen würden; denn gerade die Verschiedenheit in der Ausscheidungsweise des N und der P_2O_5 — letztere, wie wir sahen, z. B. bei grossem Kalkgehalt der Nahrung in erheblichem Masse durch den Darm — musste zu ganz besonderer Vorsicht in der Deutung auffordern. Aber eine, wie mir scheinen will, sehr bedeutsame Beobachtung, die noch dazu im Einklang mit den physiologischen Befunden steht, ist so oft gemacht und bestätigt worden, dass sie gerade deshalb, wie schon oben ausgeführt, trotz der fehlenden Kothuntersuchung, den Anschein einer gesicherten Thatsache gewinnt. Es ist nämlich nachgewiesen worden, dass das normale Verhältnis (100 : 18,5) in allen Excitationsstadien des Gehirns sinkt, während in den Depressionszuständen die relativen Werthe grösser werden; es scheint sich das

Gehirn hier umgekehrt zu verhalten wie die anderen Gewebe, in denen die Ruhe den Stoffumsatz vermindert, die Arbeit ihn erhöht.

Als Excitationszustände haben zu gelten physiologisch: Wachsein, rege geistige Thätigkeit; pathologisch: epileptischer Anfall, Tobsucht, Manie, Erregung durch Alkohol, in kleinen Dosen Strychnin, Baldrian etc., Fieber. Die Depressionszustände sind im Gegensatz dazu der Schlaf, Ermüdungszustände; die Reconvalescenz, Tabes etc. sowie die durch Nervina depressoria (Aether, Chloroform, Morphium, Chloral, Bromkali, Alkohol in grossen Dosen etc. etc.) hervorgerufenen Zustände.

Die diagnostischen oder therapeutischen Vortheile der mitgetheilten Beobachtungen sind, wie von manchen Seiten betont wurde, zur Zeit noch sehr gering. Dennoch scheint mir, dass sie eine beachtenswerthe Basis bilden, die nach neuesten Forschungsmethoden auszubauen sich lohnen würde, um in die Erkenntnis der noch so dunklen Geisteskrankheiten einzudringen.

In der Semiologie des Harns hat endlich noch die Art des Auftretens der P_2O_5, in welchem Verhältnis das I. (saure) Salz (BH_2PO_4) zum II. (neutralen, B_2HPO_4) vorhanden ist, eine gewisse Rolle gespielt. Es ist eine ganz unzuverlässige Schätzung, wenn man 60% II Salz und 40% I Salz als Mittel annimmt. Da man die Löslichkeit der Harnsäure mit dem Gehalt des Harns an Dinatriumphosphat (II Salz) in Verbindung brachte, hat man therapeutisch versucht, das Mononatriumphosphat in Dinatriumphosphat zu verwandeln. Alle diese mehr minder erfolglosen Versuche sowie die Theorie selbst bedürfen der Neuprüfung, nachdem, wie schon erwähnt, jüngst gezeigt worden ist, dass die Harnsäure zum Theil frei im Harn vorkommen und durch den Harnfarbstoff in physikalischer Lösung gehalten werden kann.

Schwefel.

S. erscheint normaler Weise im Harn in dreifacher Form; als vollkommen oxydirter Körper, d. h. als Schwefelsäure, welche entweder in Form von Sulfaten, an Alkalien oder alkalische Erden gebunden, auftritt oder die in Verbindung mit aromatischen Substanzen, Producten der Eiweissfäulnis, die sogenannte gepaarte oder Aetherschwefelsäure darstellt. In der dritten Form, als neutraler Schwefel, ist der Schwefel nicht vollkommen oxydirt; er tritt hier in verschiedenen Verbindungen auf, hauptsächlich als Gallenschwefel* (Spaltungsproduct der Taurocholsäure), als Cystin, als Rhodanwasserstoffsäure, vom Speichel herrührend, ganz selten beim Menschen (1 Fall von Typhus) als unterschweflige Säure. Ueber die semiologische Bedeutung der einzelnen S-Componenten sind die Acten noch keineswegs geschlossen, so dass die praktischen Schlüsse aus einer vollkommenen Schwefelbestimmung des Harns (und Kothes) noch recht geringe sind. Doch haben gerade hier unklare Vorstellungen (von der Oxydationskraft des Organismus, die man aus dem Antheil des unoxydirten Schwefels erkennen könne u. dgl. m.) so viel Semiologisches hineingeheimnist, dass eine kurze Darstellung selbst von noch nicht absolut gesicherten Verhältnissen gerechtfertigt erscheint.

* Eine einheitliche Nomenclatur existirt nicht, was wohl hauptsächlich darauf zurückzuführen ist, dass die einzelnen Componenten des neutralen S nicht genügend voneinander isolirt sind.

Die Schwefelsäure, welche in Mengen von 2—3 Grm. täglich ausgeschieden wird, entstammt normaler Weise allein dem Eiweiss, deren S zu dieser höchsten Oxydationsstufe verbrannt wird; denn unsere Nahrung enthält für gewöhnlich so gut wie keine schwefelsauren Salze. Da aber die einzelnen Eiweisskörper (des Organismus wie der Nahrung) nicht so gleichmässige Mengen S enthalten (0,8—2%) wie N, giebt uns die H_2SO_4-Ausscheidungsgrösse kein ganz so exactes Bild von dem Eiweissstoffwechsel, wie der N-Umsatz. Wohl aber bietet die relative Menge (s. o.) der H_2SO_4 im Harn, die bei gemischter Kost durchschnittlich 20 beträgt, eine werthvolle Ergänzung zur Beurtheilung des Eiweissstoffwechsels.

Bei Betrachtung des letzteren muss selbstverständlich die Aetherschwefelsäure zur Gesammtschwefelsäure mitgerechnet werden, da sie ja dieselbe Entstehungsweise hat wie die übrige Schwefelsäure und an der anorganischen Salzbildung nur durch die vorherige Paarung mit den aromatischen Körpern verhindert wurde.

Unter normalen und pathologischen Verhältnissen finden wir also die H_2SO_4-Ausscheidung der Harnstoffausscheidung im grossen und ganzen parallel gehen ($H_2SO_4 : N = 1 : 5$), so dass auf diese verwiesen werden kann.

Der semiologisch bedeutsame Antheil der Aetherschwefelsäure kann nur, wie aus obigem ersichtlich, der aromatische Paarling sein; sie soll daher unter den aromatischen Körpern besprochen werden.

Vom neutralen Schwefel endlich interessirt hier nur der quantitativ allein beachtenswerthe sogenannte Gallenschwefel, welcher aber kein bestimmtes chemisches Individuum repräsentirt; man fasst darunter vielmehr mehrere organische Verbindungen zusammen, deren eine, ein Abkömmling der Taurins, die Taurocarbaminsäure ist.

Als Gallenbestandtheil wird er mit der Galle in den Darm gegossen und gelangt von hier aus nach seiner Resorption durch die Nieren zur Ausscheidung. Er ist also vom Eiweissstoffwechsel, i. e. von der gebildeten H_2SO_4, vollkommen unabhängig und erscheint in ziemlich constanten Mengen (0,2 Grm. pro die) im Harn.

Wird die Galle durch eine Gallenfistel nach aussen geleitet, so sinkt die Gallenschwefelmenge entsprechend — natürlich wird auch die Gesammtschwefelmenge um diesen Theil vermindert gefunden. Umgekehrt finden wir — was auch theoretisch leicht erklärbar — bei acutem ikterischen Gallenabschluss den Gallenschwefel vermehrt; es findet eine überschwemmungsartige Resorption der den S enthaltenden Gallensäuren direct ins Blut statt, an Stelle der langsamen Darmresorption, und dadurch erklärt sich die zeitlich gesteigerte Gallenschwefelausscheidung durch den Harn.

Auf diese Weise erscheinen die H_2SO_4- und Neutralschwefelbildung und -Ausscheidung vollkommen unabhängig voneinander, analog etwa dem Harnstoff- und Alloxurkörperstoffwechsel, wenn man für letztere die Annahme gelten lässt, dass sie nur aus den Nucleinen gebildet werden. Wie aber für die im Organismus gebildete Harnsäure noch nicht einwandsfrei bewiesen ist, ob sie unter gewissen Umständen oder nicht vielleicht theilweise zu Harnstoff oxydirt wird, so muss diese Einschränkung auch für den Neutralschwefel gemacht werden. Es ist nämlich in einigen Versuchen gezeigt worden, dass bei reichlicher Fett-

zufuhr (durch die vermehrte Fettverbrennung?) der nicht oxydirte S zu Gunsten der H_2SO_4 vermindert gefunden wurde. Es ist ferner zweifellos, dass, quasi umgekehrt, — unter gewissen Verhältnissen — nach Einwirkung von Chloroform, Alkohol, Phosphor, Arsen, bei O-Mangel — die H_2SO_4 zu Gunsten des nicht oxydirten S vermindert erscheint; ob dieser nicht oxydirte S mit dem Gallenschwefel identisch ist, ja ob dieser nicht oxydirte S überhaupt eine normale Vorstufe der H_2SO_4 — auch unter nicht toxischen Einflüssen — ist, bleibt dahingestellt.

Um es also noch einmal kurz zusammenzufassen: die H_2SO_4 entstammt nur dem Eiweiss; ob normaler Weise ein Theil des nicht oxydirten Schwefels als ihre Vorstufe zu gelten hat, steht noch dahin; wie es natürlich ebenso unentschieden ist, ob die unter toxischen Verhältnissen auftretende Vermehrung des Neutralschwefels nur eine quantitative Vermehrung eines normalen Theils des Neutralschwefels darstellt. Ein Quotient H_2SO_4 : neutral S (oder ges. S : neutral S) ist daher ohne jede Bedeutung. Ein Theil (der Haupttheil?) des Neutralschwefels — vielleicht am besten als Gallenschwefel zu charakterisiren — ist unabhängig von dem Eiweissumsatz.

Magnesia und Kalk.

Magnesia und Kalk sind zur Zeit noch von geringem semiologischen Interesse. Ihr gemeinschaftliches Vorkommen in den hauptsächlich aus Erdsalzen bestehenden Knochen rechtfertigt ihr traditionell gewordenes gemeinschaftliches Besprechen bei der Harnlehre, trotzdem ihre Ausscheidungsverhältnisse ganz verschieden sind. Denn während die Magnesia zum grössten Theil als lösliche phosphorsaure Verbindung durch den Harn ausgeschieden wird, bildet der Darm die Hauptausscheidungsstätte (71—96%) des Kalks. Die Menge und Art der Kalkzufuhr beeinflusst die Harnausscheidung in bedeutendem Masse. Es hat also nur beschränkte Bedeutung, wenn man für gewöhnliche gemischte Kost 0,12—0,35 Grm. CaO und 2—2½mal soviel MgO (0,2—0,75 Grm.) als mittlere Harnwerthe annimmt.

Bei den eigentlichen Knochenerkrankungen, Rachitis und Osteomalacie ist die Kalkausfuhr nicht, zum mindesten nicht gesetzmässig gestört, so dass die Calciumbestimmung hier ohne pathognomonische Bedeutung ist; nur soll das Verhältnis CaO : MgO das umgekehrte des normalen und also das gleiche wie im Knochen selbst sein.

Ebenso findet man es übrigens beim Hunger, wo man deshalb gleichfalls Knochenzerfall annimmt. Endlich ist noch bei der Acidose des Diabetes der gesteigerte Knochenzerfall durch gesteigerte Ca- und Mg-Ausscheidung, die übrigens, wie auch beim Gesunden der NH_3-Ausscheidung parallel gehen soll, gekennzeichnet; wobei besonders zu bemerken, dass hier die Hauptmasse des Ca (also in löslicher Verbindung) durch den Harn ausgeschieden wird.

Abnorme Harnbestandtheile.

Während bisher nur solche Harnbestandtheile in Betracht gezogen waren, wie sie normaler Weise im menschlichen Harn vorkommen, während deshalb nur ihre quantitativen Verhältnisse von semiologischem

Interesse waren, sind nunmehr eine Reihe von Harnsubstanzen zu berücksichtigen, deren Vorhandensein an sich anormal und meist pathognomonisch ist.

Eiweiss.

Normaler Weise ist im Harn mit unseren feinsten klinischen Methoden, die noch Eiweiss in Mengen von 1:50.000 auffinden lassen, solches nicht nachzuweisen. Das Auftreten von nachweisbarem Eiweiss im Harn deutet vielmehr stets auf einen abnormen Zustand. Weil derselbe nun erwiesenermassen nicht immer gleich das Attribut „pathologisch“ verdient, hat man solche als nicht pathologisch aufzufassenden Albuminurien „physiologische“ genannt. Diese Ausdrucksweise ist mit Fug von einigen Autoren als unrichtig gekennzeichnet worden. Man könnte diese Albuminurien vielleicht als „indifferente Albuminurien“ bezeichnen, um auszudrücken, dass sie keine ernste Bedeutung haben. Man beobachtet solche indifferente Albuminurien bei anscheinend ganz gesunden Menschen nach starken Muskelanstrengungen, besonders Märschen, während des Geburtsactes, nach längeren Eisenbahnfahrten, kalten Bädern, psychischen Erregungen; ferner ohne jede nachweisbare Ursache als sogenannte cyklische oder transitorische Albuminurie, meist bei jugendlichen anämischen oder sonst schwächlichen Individuen, zu bestimmten Tageszeiten. Man hat diese Form auch wohl functionelle Albuminurie genannt. Hierher gehören die Verdauungsalbuminurien, besonders nach reichlichem Genuss von rohen Eiern, sowie wohl auch die Albuminurie der Neugeborenen, in der es von spurenweisen bis zu erheblichen Eiweissausscheidungen kommen kann, und welche vom 7. bis 8. Tage von der Geburt ab ständig bis zum gänzlichen Verschwinden abnimmt.

Es ist wohl zweifellos, dass in allen diesen Fällen eine, wenn auch uns unbekannte, leichteste Nierenreizung vorhanden ist, der aber nach den bisherigen Erfahrungen jedenfalls keine pathologischen Organveränderungen zugrunde liegen.

So viel ist ferner klar, dass man bei einer einmaligen Harnuntersuchung in der Sprechstunde aus einem geringgradig vorhandenen Eiweissgehalt keine bindenden Schlüsse bezüglich des Zustandes der Nieren etc. ziehen kann. Die Berücksichtigung aller aufgezählten Momente, vor allem aber eine häufigere Urinuntersuchung (auch zu verschiedenen Tageszeiten) können allein die Entscheidung bringen. Es scheint mir, dass man auf den transitorischen Charakter der Eiweissausscheidung grösseres Gewicht legen sollte als auf die quantitativen Verhältnisse; 0,3‰ haben einige, 0,4—0,5‰ andere als obere Grenze der indifferenten Albuminurie angesehen. Das sind aber zweifellos Eiweissmengen, die uns z. B. sehr häufig als erste wichtige semiologische Zeichen auf eine bestehende Arteriosklerose hinweisen!

In das pathologische Gebiet gehören die anderen Albuminurieformen. Dieselben zerfallen naturgemäss in echte (Albuminuria vera) und accidentelle Albuminurien (Albuminuria spuria). Die letzteren sind hervorgerufen durch eiweisshaltige Beimengungen, die im Gebiete der ableitenden Harnwege zum Nierenharn hinzutreten in Form von Blut, Eiter, Sperma, Geschwulstsaft; sie sind im urologischen Theil näher besprochen. Endlich kann die Albuminurie eine combinirte, eine aus der renalen und accidentellen gemischte sein.

Bei der echten Albuminurie sind in der weitaus überwiegenden Mehrzahl der Fälle Veränderungen in der Niere vorhanden; dieselben können hervorgerufen sein durch Circulationsstörungen oder durch Entzündung der Nierenepithelien. In letzterem Fall, d. h. bei Nephritis, haben wir noch andere semiotische Zeichen, so das Vorhandensein von Nierencylindern, die Harnmenge, das specifische Gewicht u. s. w. zu berücksichtigen, die im Zusammenhang aber Gegenstand einer speciellen Pathologie der Nierenkrankheiten bilden, umsomehr, als auch andere klinische Symptome zur exacten Diagnose unerlässlich sind. Die febrile Albuminurie ist wohl gleichfalls hierher zu rechnen, da es sich bei ihr wahrscheinlich meist um eine, wenn auch leichteste infectiöse Schädigung der Nierenelemente handelt, die mit dem Aufhören des Fiebers gleichfalls verschwindet.

Eine analoge toxische Veränderung ist bei der nach Verdauungsstörungen (Diarrhöen) beobachteten Albuminurie die angenommene Ursache, wie sie auch nach Carbolsäurevergiftungen, nach Theer-, Salicyl- und ähnlichen Stoffen nicht selten gefunden wird. Eiweissausscheidung wird aber auch bei einer Reihe von Erkrankungen beobachtet, bei denen Nierenläsionen zum mindesten nicht nachweisbar sind. Man hat sie zu erklären versucht einmal durch Blutveränderungen, welche die gesunden Nierenepithelien bei normalem Blutdruck für Eiweiss permeabel gestalten, so bei Scorbut, Leukämie, Pseudoleukämie, maligner Anämie, Diabetes, Icterus (dyskrasische Albuminurie), oder man hat nervöse Einflüsse für das Gleiche verantwortlich gemacht bei epileptischen Zuständen, *Basedow*'scher Krankheit (Toxine?), Migräne, Psychosen u. s. f.

Was die verschiedenen Eiweissarten betrifft, welche im Harn ausgeschieden werden, so versteht man, wenn schlechthin von Albuminurie gesprochen wird, darunter die Ausscheidung von Serumalbumin und -Globulin; ersteres überwiegt bei weitem, doch ist der Eiweissquotient, wie man ihre Verhältniszahlen bezeichnet, kein constanter, etwa dem Eiweissquotienten des Blutserums entsprechend. Eine praktische Bedeutung besitzt der Harneiweissquotient bis jetzt nicht.

Wohl aber ist die absolute Eiweissmenge von diagnostischem Interesse; wir finden von Spuren an bis zu 20, ja 30 Grm. trockenes Eiweiss in der täglichen Harnmenge. Der reichlichste Eiweissgehalt wird im allgemeinen bei der acuten Nephritis (bis 1, selten 2%) angetroffen, sowie bei der syphilitischen Nephritis; noch hoch bei der chronischen Nephritis, sinkt der Eiweissgehalt immer mehr, je weiter sich die Schrumpfniere entwickelt, bei welcher der Harn bekanntlich oft nur Spuren Eiweiss zu enthalten braucht. Beim Nierenamyloid lässt sich über die Albuminurie wegen ihrer wechselnden Grösse nichts aussagen; bei der Stauungsniere ist sie meist gering; ebenso wie bei der febrilen, toxischen und dyskrasischen Form.

Unerlässlich zur Diagnosenstellung bei jeder vorhandenen Albuminurie ist die mikroskopische Untersuchung auf Cylinder; denn, so sehr die Meinungen bezüglich ihrer Genese und der speciellen Bedeutung der einzelnen Formen auch noch auseinandergehen, so viel steht fest, dass jeder Cylinder aus der Niere stammt und das Zeichen einer, wenn auch noch so geringfügigen Nierenläsion ist. — Man kann den allgemeinen Satz aufstellen, dass bei hohem Eiweissgehalt meist auch die Anzahl der Cylinder entsprechend gross ist (acute Nephritiden, chronische

parenchymatöse Nephritis) und umgekehrt; doch vermisst man oft auch bei reichlichem Eiweiss jeglichen Cylinder.

Sehr zahlreiche Cylinder sprechen immer für einen sozusagen floriden Krankheitsprocess in den Nieren; doch ist für die Würdigung desselben die Art der Cylinder nicht gleichgiltig. Da die Epithelcylinder sich aus meist schlauchartig im Zusammenhange abgestossenen Epithelien der Harncanälchen bilden, zeigt ihr Auftreten einen desquamativen Process an; Fettkörnchencylinder oder hyaline Cylinder mit verfettetem Epithel sprechen für einen degenerativen Process; es wird angenommen, dass entweder das Epithel schon vor seiner Abstossung oder nachher innerhalb der Harncanälchen körnig oder fettig degenerirt sei, oder aber auch, dass amorphe Cylinder die fettige Metamorphose bei längerem Verweilen in den Canälchen durchgemacht haben und so das gleiche Fettkörnchenaussehen darbieten. — Leukocytenbesetzte Cylinder — ebenso natürlich einzelne freie (mononucleäre) Leukocyten, die sich nicht aufgelagert haben — lassen eine frische Entzündung innerhalb des Nierengewebes erkennen. Es braucht nicht erst gesagt zu werden, dass die Blutkörperchencylinder durch eine Blutung innerhalb der Nierencanälchen (acute hämorrhagische Nephritis oder Exacerbation einer chronisch-parenchymatösen) hervorgerufen werden.

Bezüglich der am häufigsten zur Beobachtung kommenden hyalinen Cylinder hat man sich bisher weder über die Art ihrer Bildung noch über ihre semiologische Bedeutung allgemein geeinigt. Sie bestehen nach der einen Auffassung aus abgestorbenen, gequollenen und homogen gewordenen Epithelien; andere sehen in ihnen geronnene, mit abgestorbenem Zellmaterial vermischte, durch die Epithelien hindurchgetretene eiweisshaltige Flüssigkeit (Lymphe) oder man nimmt an, dass die hyalinen Cylinder durch eine Art Secretionsprocess von den Epithelien gebildet werden. Wie dem immer sei, klinisch kann heute wohl mit Sicherheit daran festgehalten werden, dass das Vorhandensein hyaliner Cylinder nicht ganz bedeutungslos ist; dass es auf eine Stufe gehört mit der oben besprochenen indifferenten Albuminurie, d. h. also, ein hyaliner Cylinder ist niemals ein normales Vorkommnis; er deutet stets einen gewissen Reizzustand der Nieren an. Dieser aber kann vorübergehend, indifferent sein, hervorgerufen durch Muskelanstrengung, kalte Bäder etc. etc.; es kommen aber auch hyaline Cylinder bei allen Formen der Nierenerkrankung vor. Es gilt also hier, was bereits bei der transitorischen Albuminurie hervorgehoben, häufige mikroskopische Untersuchungen und von verschiedenen Tagesportionen.

Die Wachscylinder sind wahrscheinlich secundäre Umwandlungsformen anderer Cylinderarten, die längere Zeit in den Harncanälchen verweilt haben; sie sind für keine Nierenerkrankung charakteristisch.

Die Cylindroide (Schleimcylinder) sind ohne bestimmte diagnostische Bedeutung.

Hämaturie.

Einen quasi graduellen Unterschied von der Albuminurie bildet die Hämaturie renalen Ursprungs. Gerade hier ist die Feststellung der Herkunft des Blutes besonders sorgfältig vorzunehmen, da Täuschungen besonders leicht vorkommen und zugleich besonders verhängnisvoll werden können.

Die accidentellen Blutungen können aus der Nachbarschaft der Harnröhre kommen (menstruale Blutung, Blutung aus der Vagina, After) oder aus dem Verlauf der ableitenden Harnwege (Tumoren, Steine, Traumen); besonders die Unterscheidung der letzteren von den eigentlichen renalen Blutungen kann grosse Schwierigkeiten bereiten (s. Theil I).

Eine renale Blutung ist entweder durch Trauma, Concremente, Neubildungen, Embolien verursacht, oder sie ist das Zeichen einer acuten Nephritis oder einer Exacerbation einer chronischen diffusen Nephritis. Bei der Nephritis wird der Cylinderbefund die Diagnose stützen sowie der Eiweissgehalt des frisch filtrirten, respective centrifugirten blutfreien Harns. Eine besondere Stellung nimmt die hämorrhagische Diathese (Hämophilie, Morbus maculosus Werlhofii, Scorbut, Purpura) ein, bei der die Blutungen auch in anderen Organen auftreten.

Im Anschluss hieran ist die Hämoglobinurie zu besprechen, richtiger Methämoglobinurie, die durch das Auftreten freien Methämoglobins im Harn gekennzeichnet ist. Von den verschiedenen Ursachen, die sie hervorrufen, sind die experimentellen hier nicht näher anzuführen. Man hat sie ferner beim Menschen nach einer Reihe von Stoffen beobachtet, welche die rothen Blutkörperchen aufzulösen imstande sind (z. B. chlorsaures Kali, Pyrogallussäure, Phenol, Naphthol, Glycerin, Jodtinctur, Arsen, nach einem in den Morcheln enthaltenen Gift u. s f., sowie auch nach Bakteriengiften (Scharlach, Pocken, Syphilis) und nach ausgedehnten Verbrennungen. Endlich giebt es auch eine sogenannte paroxysmale Hämoglobinurie, wo nach anscheinend unbedeutenden äusseren Anlässen (Kälte, Gehen, Menstruation, psychischen Affecten) das Auftreten des Blutfarbstoffes im Harn ausgelöst wird. Es enthält übrigens der Harn ausserdem meist Eiweiss, öfters hyaline und gekörnte Cylinder und Gallenfarbstoff.

Bezüglich der Entstehungsart der Methämoglobinurie ist es nicht sichergestellt, ob stets Methämoglobinämie die nothwendige Vorbedingung ist, ob also eine Blutkrankheit vorliegt, oder ob — besonders bei der paroxysmalen Form — die Auflösung der rothen Blutkörperchen nicht erst in den Nieren oder im Harn selbst erfolgt.

Mucinurie.

Die neueren Untersuchungen haben ergeben, dass eigentlicher Schleim, Mucin, im Harn gar nicht vorkommt, sondern dass die schleimige Substanz Nucleoalbumin ist. Sie setzt sich normaler Weise nach längerem Stehen des Harns mit Epithelien, denen sie entstammt, vermischt als die bekannte Nubecula am Boden des Gefässes nieder. In grösseren Mengen kommt sie bei Katarrhen der ableitenden Harnwege (Blasenkatarrh etc.) vor, sowie in seltenen Fällen bei starker Desquamation der Nierenepithelien (Icterus, bei speciellen Nierengiften).

Fibrinurie.

Ganz selten setzt der Urin Fibringerinnsel ab, so bei Chylurie und bei seltenen, ganz heftigen Entzündungen der Harnwege.

Bezüglich aller übrigen Eiweissarten im Harn, die man zum Theil erst jetzt durch die Präcipitine voneinander zu trennen anfängt, gilt

das Gesetz, dass jedes heterogene, nicht assimilirbare Eiweiss, das in genügender Menge ins Blut gelangt, alsbald durch die Nieren ausgeschieden wird. Inwieweit damit eine Schädigung der Nierensubstanz verbunden ist, steht nicht fest. Die semiologische Bedeutung der Erkenntnis der verschiedenen Eiweissarten erstreckt sich jedenfalls nicht auf ihre Ausscheidungsorgane, sondern auf ihr Vorhandensein an sich. Von fremden Eiweissstoffen werden am häufigsten Albumosen *(Kühne)* (Pepton im alten *Brücke*'schen Sinne) im Harn angetroffen, und zwar bei vielen fieberhaften Krankheiten, besonders denen, die mit Eiterungen oder Leukocytenzerfall einhergehen (Pneumonie, Meningitis suppurativa, acutem Gelenksrheumatismus). Man darf wohl annehmen, dass das zur Albumosenstufe hydrirte Eiweiss aus den zerfallenen Leukocyten direct ins Blut resorbirt und durch die Nieren ausgeschieden wird. Bei Carcinomen und sonstigen Neubildungen, die dem Zerfall ausgesetzt sind, ist die Ursache des Auftretens von Albumosen im Harn eine ähnliche, ferner wird Albumosurie angetroffen bei Magen-Darmkrankheiten, in denen entweder (Darmulcerationen) die Verdauungsalbumosen direct ins Blut resorbirt werden, oder infolge Insufficienz der Darmwand die Rückwandlung der Albumosen in Eiweiss (?) nicht erfolgt ist. Die auch bei acuter gelber Leberatrophie und Phosphorvergiftung beobachtete Albumosurie deutet darauf hin, dass es die Lebersubstanz selbst ist, deren Hydratationsproducte als Albumosen im Harn erscheinen.

Die *Bence-Jones*'sche Albumosurie nimmt eine besondere Stellung ein. Der *Bence-Jones*'sche Körper ist in einer Reihe gut beobachteter Fälle von multiplen Myelomen der Knochen (lymphoider Infiltration des Knochenmarks) gefunden worden. Es sind wahrscheinlich die hydrolytisch gespaltenen Zerfallsproducte der im Knochenmark gebildeten Blutkörperchen — dafür sprechen auch experimentelle Thatsachen — die hier in die Blutbahn und secundär in den Harn gelangen.

Zu erwähnen ist hier noch, dass auch Albumosen accidentell im Harn auftreten können, einmal durch Spermabeimischung und dann durch nachträgliche Bildung aus Harneiweiss, da der Harn nachgewiesenermassen Pepsin enthält, und in ihm unter günstigen Umständen Eiweissverdauung eintreten kann.

Zucker (Kohlehydrate).

Die Zuckerarten, welche im menschlichen Harn vorkommen, sind der Traubenzucker (Glykose oder Dextrose), der Milchzucker (Lactose), der Fruchtzucker (Lävulose), der Malzzucker (Maltose) und die Pentose, eine Zuckerart mit 5 Atomen Kohlenstoff.

Der normale Harn enthält in praktischem Sinne keinen Zucker; d. h. durch die klinischen Zuckerproben (*Nylander, Fehling,* Gährung, Polarisation etc.) ist darin kein Zucker nachweisbar. Dass de facto mittels besonders scharfer Reagentien im stark eingeengten normalen Harn Spuren von Traubenzucker nachzuweisen sind, hat ein rein theoretisches Interesse.

Der umgekehrte Satz, dass jede Zuckerausscheidung im Harn pathologischer Natur sei, ist deswegen auch nicht richtig; es giebt auch bestimmte Zuckerausscheidungen, die rein physiologisch sind, andere, die den Uebergang zwischen Physiologischem und Pathologischem bilden.

Physiologisch ist die Lactosurie im Puerperium; man findet sehr häufig bei Wöchnerinnen, die nicht stillen, oder bei Müttern kurz nach dem Absetzen des Kindes, aber auch bei ca. 20% der Stillenden, Milchzucker im Harn, der durchschnittlich 0,35% beträgt; doch sind bis 3% beobachtet. Der Milchzucker wird hier aus der Brustdrüse direct ins Blut resorbirt und, ohne die Leber zu passiren, durch die Nieren ausgeschieden. Analog sind eine Reihe von alimentären Mellit-urien (e saccharo) aufzufassen. Es wird nämlich durch Verabreichung einer grösseren Menge einer bestimmten Zuckerart (100—250 Grm. am besten im nüchternen Zustande des betr. Individuums) der Darm mit diesem Zucker gleichsam überschwemmt. Ein geringer Theil dieses Zuckers gelangt dabei, unter Verfehlung des normalen Resorptionsweges durch die Zotten-capillaren und von da durch die Vena Portae in die Leber, direct durch die Lymphgefässe und den Ductus thoracicus in die allgemeine Blutbahn und muss dann wie im obigen Falle durch die Nieren ausgeschieden werden; denn die letzteren halten nur bei einem bestimmten Gehalt an Blutzucker gegen diesen dicht.

Der Beweis für diese Auffassung liegt darin, dass in den Fällen von alimentärer Melliturie e saccharo stets diejenige Zuckerart im Harn aufgefunden wird, die per os verabreicht wurde, also nicht nur Dextrose und Lävulose, sondern auch die nicht invertirten Disaccharide (Rohrzucker, Milchzucker), welche alle normaler Weise erst im Darm invertirt werden (z. B. Rohrzucker wird in Dextrose und Lävulose gespalten etc.). Man beobachtet sonst das Auftreten dieser ungespaltenen Zuckerarten im Harn nur, wenn dieselben z. B. durch subcutane Injection unter Umgehung des Darms direct in die Blutbahn gebracht wurden. Bei Verabreichung von Stärkemehl in noch so grossen Mengen kann eine physiologische alimentäre Glykosurie nie vorkommen; denn Stärkemehl wird nicht als solches, sondern erst nach seiner Umwandlung in Zucker resorbirt. Letztere erfolgt im Darm naturgemäss allmählich; von einer so plötzlichen Ueberschwemmung wie mit reinem Zucker ist also hierbei nie die Rede. Tritt nach Stärkemehlverabreichung dennoch Zucker im Harn auf, so ist darin eine auf Diabetes deutende pathologische Erscheinung zu sehen.

Während wir für die alimentären Melliturien nach Verabreichung von Disacchariden und Uebergehen derselben in den Harn nur die obige, quasi physiologische Erklärung haben, verhält es sich anders, wenn die einfachen Zuckerarten (Glykose, Lävulose) im Harn erscheinen. Diese Monosaccharide werden unverändert als solche auch von dem Darm-Pfortader-Kreislauf aufgenommen und ihr Auftreten im Harn kann also auch als Insufficienz der Leber gedeutet werden; d. h. eine solche Glykosurie (oder Lävulosurie) kann auch einen diabetischen Charakter tragen.

Ziemlich allgemein ausgedrückt, verstehen wir nämlich unter diabetischer Zuckerausscheidung eine pathologische Herabsetzung der Assimilationsgrenze für Kohlehydrate. Die Assimilationsgrenze bezeichnet diejenige Menge Zucker, welche eingeführt werden kann, ohne dass Melliturie auftritt. Diese Grenze ist sowohl für die verschiedenen Zuckerarten verschieden, als auch grossen individuellen Schwankungen ausgesetzt. Als ganz ungefährer Anhaltspunkt mögen folgende Assimilationsgrenzen für den gesunden erwachsenen Mann hier mitgetheilt werden:

für Milchzucker	120 Grm.
„ Rohrzucker	100—150 „
„ Lävulose	150 „
„ Traubenzucker	150—200 „
„ Amylum	unendlich.

Nur eine beträchtliche Herabsetzung der Assimilationsgrenze verdient Beachtung als pathologisches Zeichen. Wenn z. B. nach 100 Grm. Traubenzucker (nüchtern in circa $^1/_4$ Liter Thee genommen) eine deutliche Glykosurie 1—3 Stunden später auftritt, so ist man nach zahlreichen Erfahrungen berechtigt, von einer pathologisch niedrigen Assimilationsgrenze zu sprechen. Es ist in derartigen Fällen, in welchen nach sehr reichlichem Mehlspeisengenuss noch keine Spur von Harnzucker gefunden wurde, beobachtet worden, dass einige Jahre später sich ein richtiger Diabetes entwickelte. Doch liegen die Verhältnisse z. Z. noch so, dass, wenn z. B. nach 100 Grm. Glykose 1—2 oder gar 3% Zucker ausgeschieden werden, wir zwar den dringenden Verdacht eines sich entwickelnden Diabetes haben können, keineswegs aber mit Sicherheit darauf rechnen müssen.

Man hat nun bei einigen Krankheitsformen, welche man geneigt ist, mit dem Diabetes in Beziehung zu bringen (Krankheiten des Nervensystems, der Leber, der Pankreas, Morbus Basedow), speciell auf alimentäre Glykosurie geachtet und relativ häufig eine niedrige Assimilationsgrenze angetroffen. Es muss wiederholt werden, dass diese Befunde bisher keine praktische Bedeutung weder diagnostisch noch prognostisch erlangt haben; es wäre sicher ein Kunstfehler, schon daraufhin einschneidende Diätänderungen vorzunehmen.

Ueber eine neuere Angabe, dass das Auftreten von alimentärer Lävulosurie bei Leberkrankheiten geradezu pathognomisch für diese sein soll, liegen noch keine ausgedehnten Erfahrungen vor.

Die bei vielen fieberhaften Krankheitszuständen (Pneumonie, Scarlatina etc. etc.) gleichfalls häufig beobachtete alimentäre Glykosurie e saccharo soll hier nur angeführt werden, eine Erklärung dieser Erscheinung steht noch aus.

Die experimentellen Glykosurien im allgemeinen sind hier nicht zu besprechen; nur einige praktisch wichtige, beim Menschen gemachte Beobachtungen seien hier angeführt, da sie gegebenen Falles vor der Diagnose Diabetes schützen. So wurde Glykosurie (mit 0,5% Zucker) nach Säurevergiftung beobachtet, desgleichen nach schweren Asphyxien durch Kohlenoxyd, nach Chloroform-Aether-Narkosen, Morphium u. ähnl. Bekannt sind die vorübergehenden Glykosurien nach Verletzungen, Erschütterungen, die man in Analogie mit der *Claude Bernard*'schen Piqûre (Zuckerstich am Boden des IV. Ventrikels) zu bringen pflegt. Zu erwähnen ist ferner die nach Phloridzingaben (0,2 Grm. per os pro Kgrm. Körpergewicht) auftretende Glykosurie, der sogenannte Nierendiabetes. Es fehlt hier jede Hyperglykämie; von den Nierenzellen selbst wird, wie die plausibelste Erklärung annimmt, — auf welche Weise, darüber gehen z. Z. noch die Meinungen auseinander — dem Blut (mit normalem Zuckergehalt!) Zucker entzogen und durch den Harn ausgeschieden. Und zwar scheint die Grösse der Zuckerausscheidung der Menge des functionirenden Nierenparenchyms proportional zu sein, so dass man durch Vergleich des Zuckergehaltes der aus beiden Nieren durch Nieren-

katheterismus gewonnenen Harne einen Rückschluss auf die Functionsfähigkeit der betreffenden Niere machen kann.

Findet man bei gewöhnlicher Nahrung, und wenn die eben angeführten toxischen Momente fehlen, dauernd Zucker im Harn, dessen Menge dann meist stark vermehrt ist, so spricht man von Diabetes. Hier ist Hyperglykämie, Erhöhung des Zuckergehaltes des Blutes, der normal 0,1—0,2% beträgt, die nie vermisste Ursache des Zuckerharns; die Hyperglykämie hinwiederum — soviel kann trotz des Dunkels, das noch über dem Wesen des Diabetes ruht, heute wohl mit Sicherheit gesagt werden — ist eine Folge verminderten Zuckerverbrauches (verminderter Verbrennung), nicht erhöhter Production. Zu dieser Annahme aber, dass die normale Function der Zuckerverbrennung in den Geweben (besonders Muskeln) des Diabetikers gestört ist, gehört auch die Annahme eines gestörten Regulationsvermögens der Leber; denn beim Gesunden wacht die Leber, die den eingeführten Zucker als Glykogen aufstapelt und nach Bedarf in Zuckerform wieder abgiebt, darüber, dass ein gewisser (s. o.) Blutzuckergehalt nicht überschritten wird.

Die ausgeschiedene Zuckerart ist in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle Traubenzucker (Glykose). Die tägliche Menge des Harnzuckers, für gewöhnlich in Procenten ausgedrückt, ist an sich kein Masstab für die Schwere des Diabetesfalles. Um letztere beurtheilen zu können, muss man vielmehr zuerst die Assimilationsgrenze (s. o.) des betreffenden Individuums für Kohlehydrate im allgemeinen (Mehl und Zucker) feststellen. Man verfährt dabei am praktischsten derart, dass man, sobald einmal bei einem Patienten Harnzucker gefunden ist, den Patienten einen Tag lang auf vollkommen kohlehydratfreie Diät (nur Eiweiss und Fett) setzt. Der in diesen 24 Stunden entleerte Harn wird quantitativ auf Zucker untersucht. Ist der Zuckergehalt 0, so werden dem Patienten am nächsten Tage 100 Grm. Kohlehydrate verabreicht: Tritt jetzt Zucker im Harn auf, so liegt die Assimilationsgrenze für Kohlehydrate unter 100; sie liegt darüber und kann durch weitere abgewogene Kohlehydratzulagen bestimmt werden, wenn darnach kein Zucker im Harne beobachtet wurde.

Bezüglich der genaueren Unterscheidungen in leichte und schwere Diabetesformen, die sich aus der Bestimmung der Assimilationsfähigkeit zugleich mit anderen Momenten herleiten, muss auf die Klinik des Diabetes verwiesen werden.

Ausser Traubenzucker sind auch — immer abgesehen von den schon oben besprochenen alimentären Glykosurien — andere Zuckerarten im Harn gefunden worden. Diese Melliturien sind klinisch nicht als Diabetes aufzufassen.*

So sind ganz vereinzelte Fälle von Lävulosurie beschrieben, die bisher ein rein casuistisches Interesse beanspruchen.

Der Lactosurie im Puerperium wurde als physiologischer Erscheinung schon oben gedacht.

Die Maltosurie, ein ebenfalls sehr seltenes Vorkommnis, wurde in einigen Fällen von gleichzeitiger Pankreaserkrankung beobachtet.

* Anm. während d. Correctur: Soeben ist ein Fall beschrieben, der klinisch als Diabetes imponirte und dessen Harnzucker grösstentheils Lävulose war. Ferner haben neueste Untersuchungen gelehrt, dass sehr häufig beim gewöhnlichen Diabetes neben der überwiegenden Glykosurie auch noch Lävulosurie vorhanden ist.

Hier ist auch die Ausscheidung der Glykuronsäure im Harn zu erwähnen, da letztere als unvollkommen oxydirter Traubenzucker aufgefasst werden kann. Freilich scheint ihre Entstehung aus Eiweiss, die an sich sichergestellt ist, auch für die Fälle, in denen sie besonders beim Menschen beobachtet wurde (bei Darmfäulnis etc.), sehr wahrscheinlich; doch ist diese Frage z. Z. noch nicht entschieden.

Die Glykuronsäure ist als gepaarte Phenol-Indoxyl und -Scatoxylglykuronsäure im normalen Harn in Spuren vorhanden. In nachweisbaren Mengen und eventuell durch ihre Reduction Zucker vortäuschend, tritt sie bei starker Darmfäulnis auf, in der oben genannten Paarung, nie als freie Säure; sie dient offenbar dazu, durch Bindung ihrer Paarlinge den Organismus zu entgiften. Es giebt ferner eine grosse Reihe von Medicamenten, Chloralhydrat, Salicyl, Campher, Naphthol-, Mentholpräparate, Morphin, Antipyrin, Pyramidon etc., die mit Glykuronsäure gepaart ausgeschieden werden. Die semiologische Bedeutung der Glykuronsäure ist demnach gering; es erscheint wenigstens z. Z. noch vollkommen ungerechtfertigt und hat nur grosse Verwirrung angerichtet, dass man in dem Auftreten der Glykuronsäure nur eine unvollkommene Zuckeroxydation und daher ein Vorstadium des Diabetes sehen wollte.

Endlich muss die Pentosurie genannt werden, bei der die Pentose, ein Zucker mit 5 Kohlenstoffatomen, der nicht gährt und optisch inactiv ist, im Harn auftritt.

Die Entstehung der Pentose, die sonst im menschlichen Organismus nicht vorkommt, ist noch unbekannt; wahrscheinlich ist sie auf eine Synthese zurückzuführen. Die Pentose ist meist in Verbindung mit Traubenzucker im Harn beobachtet, doch sind auch reine Fälle von Pentosurie beschrieben, in denen die Zuckermenge $^1/_2$—1% betrug. Es fehlten hier die sonstigen Zeichen des Diabetes; die Prognose der Pentosurie scheint eine günstige zu sein.

Nicht zu verwechseln mit obiger Form ist die alimentäre Pentosurie, die nach reichlichem Genuss von Pflaumen und Kirschen aufzutreten pflegt; die Pentose ist hier eine linksdrehende Arabinose.

Der Vollständigkeit halber muss hier noch das Inosit angeführt werden, das aber ohne jedes semiologische Interesse ist; es wird im Harn bei Polyurie (Diabetes mellitus, insipidus, Schrumpfniere) öfters gefunden.

Aceton, Acetessigsäure, Oxybuttersäure.

Aceton ist eine im normalen Harn in geringen Mengen (täglich circa 0,01 Grm.) vorkommende Substanz. Werden Eiweisssubstanzen ohne gleichzeitige Verbrennung von Kohlehydraten im Körper zersetzt, so steigt der Acetongehalt des Harns — bei Nichtdiabetikern — erheblich.

Vermehrt ist die Acetonmenge (Acetonurie) bei reiner Fleischkost, beim Fieber, bei gewissen Formen von Carcinom, beim Hunger, bei Psychosen, bei Autointoxicationen und Digestionsstörungen, nach Chloroformnarkose und endlich — wobei die Vermehrung von dem grössten semiologischen Interesse ist — beim Diabetes in gewissen Stadien.

Die Acetonurie, allgemeiner gesprochen, die Acetonämie, bei welcher ein nicht unbeträchtlicher Theil des Acetons den Organismus mit der Exspirationsluft verlässt, kommt durch vermehrte Acetonbildung, nicht durch verminderte Verbrennung normal gebildeten Acetons zustande.

Es ist durch neuere Untersuchungen wahrscheinlich gemacht, dass der Entstehungsort des Acetons der Darmcanal ist. Ueber die Entstehungsweise sind die Acten noch nicht geschlossen; die grossen Acetonausscheidungen, die schon seit langem bei starken Eiweisszersetzungen beobachtet waren, sprechen dafür, dass Aceton aus Eiweiss sich bilde. Chemische Abbauversuche haben diese Möglichkeit als sicher erwiesen; aber es ist auch andererseits für die Bildung des Acetons aus Fett und Kohlehydraten viel Thatsächliches beigebracht worden. Es scheint demnach, dass verschiedene Entstehungsarten möglich sind.

Eigenthümlich ist die noch unerklärte, aber häufig gemachte Beobachtung, dass bei bestehender Acetonurie Zulage von Kohlehydraten zur Nahrung genügt, um erstere zu unterdrücken.

Was die Bedeutung der Acetonurie betrifft, so ist sie, bei Diabetikern und Nichtdiabetikern, stets ein ernst zu nehmendes Symptom. Sie deutet auf eine schwere Intoxication des Organismus und nahenden Collaps, resp. nahendes Koma hin. Doch soll ausdrücklich betont werden, dass beim Diabetes geringere Acetonausscheidungen (— 1 Grm. täglich) auch vorübergehend auftreten können, ja dass selbst grosse Tagesmengen (— 4 Grm. Aceton) bei sogenannten leichten Diabetesformen beobachtet sind. Im allgemeinen aber muss doch beim Diabetes daran festgehalten werden, dass eine dauernde Acetonurie, die einer vernünftigen Diät nicht weichen will, von ernster Prognose ist.

Eine neueste interessante, differentialdiagnostisch eventuell wichtige Beobachtung sei hier noch angeführt, nach der bei uncomplicirter, nicht septischer Diphtherie Aceton im Harn Erwachsener (über 12 Jahre) fehlen soll (*Legal*'sche Probe), während letztere Probe bei den Fällen von Angina angeblich stark positiv ausfällt.

Acetessigsäure ist im normalen Harn nicht vorhanden. Diese Säure $(CH_3—CO)\ CH_2—COOH$ entsteht aus der β-Oxybuttersäure $CH_3—CH.\ .OH—CH_2—COOH$ und ist selbst die Vorstufe des Acetons; sie zerfällt bei der Oxydation in dieses $CO\langle{}^{CH_3}_{CH_3}$ und CO_2. Werden nur geringe Mengen Acetessigsäure im Organismus gebildet, so werden diese ganz in Aceton übergeführt; bei reichlicher Bildung tritt auch Acetessigsäure in den Harn über. Wir finden daher niemals Acetessigsäure ohne gleichzeitig Aceton zu finden, während wir bei den quantitativen Acetonbestimmungen stets die dabei zur Spaltung gelangende Acetessigsäure mitbestimmen. Einen ungefähren Anhaltspunkt für ihre Ausscheidungsgrösse bietet die NH_3-Bestimmung, da Acetessigsäure zum grössten Theil an NH_3 gebunden im Harn erscheint.

Die semiologische Bedeutung der Diaceturie — wie die Ausscheidung der Acetessigsäure im Harn benannt wird — deckt sich im allgemeinen mit derjenigen der Acetonurie, nur dass die Diaceturie die Prognose eher noch ein wenig ernster stellen lässt.

Tritt Oxybuttersäure, die Vorstufe der Acetessigsäure, ebenso wie diese grösstentheils an NH_3 gebunden, neben Acetessigsäure und Aceton im Harn des Diabetikers auf, so haben wir das als ein Symptom unmittelbar drohenden Komas aufzufassen. Es werden ganz beträchtliche Mengen der Oxybuttersäure (50—150 Grm. täglich, in einem Fall sogar 226 Grm.) im Harn ausgeschieden. Ueber Entstehungsart und -Weise dieser, sowie der Acetessigsäure lässt sich zur Zeit noch

gar nichts aussagen; es ist wahrscheinlich gemacht, dass sie aus Fett und nicht aus Eiweiss sich bilden, und dass nicht der Darm ihre Bildungsstätte ist.

Man hat, veranlasst durch die grossen, zur Ausscheidung gelangenden Säuremengen, sowie durch gewisse Momente im klinischen Krankheitsbild, das Coma diabeticum als eine typische Säureintoxication (Acidosis) betrachten wollen. Wir sahen schon früher (S. 140), dass die Ohnmacht der erst im komatösen Stadium selbst einsetzenden Alkalitherapie nicht absolut gegen solche Auffassung spricht. Dennoch scheinen die Vorgänge hier viel complicirter zu liegen, und die Theorie hat viel für sich, welche annimmt, dass die Oxybuttersäurebildung — zum mindesten in dem Umfang — nur eine secundär bedingte Erscheinung atypisch verlaufender Zersetzungsvorgänge im Organismus darstellt.

Ausser beim Diabetes ist jene Säure nur noch in schweren Scharlach- und Masernfällen, sowie bei Scorbut beobachtet worden.

Gallenbestandtheile.

In der Semiologie des Harns ist von denselben nur der Gallenfarbstoff zu besprechen.

Gallensäuren kommen wohl normaler Weise in Spuren im Harn vor, beim Icterus spielen sie keine Rolle; es ist nachgewiesen, dass die Gallensäurenproduction der Leber während des Icterus bedeutend nachlässt. Cholestearin ist beim Icterus nie im Harn gefunden worden.

Von den einzelnen Gallenfarbstoffkörpern enthält der frischgelassene ikterische Harn nur das Bilirubin; durch Oxydation beim Stehen an der Luft verwandelt sich dasselbe in Biliverdin und bei weiteren Zersetzungen in Bilifuscin, Biliprasin und Bilihumin.

Jedes Vorkommen von Bilirubin im Harn weist darauf hin, dass in der Leber Gallenfarbstoff ins Blut gelangt ist, entweder durch Stauung infolge von Verschluss der abführenden Gallenwege sowie infolge von Ueberproduction von zäher Galle oder auch dadurch, dass, wie es in neuester Zeit nachgewiesen, die Galle statt in die feinsten Gallenwege, in die Lymphbahnen abfliesst. Wir haben bis heute keinen genügenden Grund, einen sogenannten hämatogenen Icterus, der auf einer Umwandlung von Blutfarbstoff in Gallenfarbstoff ausserhalb der Leber beruhen würde, anzunehmen; jeder Icterus ist vielmehr hepatogen.

Die Diazoreaction.

Die *Ehrlich*'sche Diazoreaction hat seit 20 Jahren in der Semiologie des Harns eine wechselnde Rolle gespielt; einzelne Autoren haben zeitweise ihre diagnostische und prognostische Bedeutung übermässig gerühmt, andere hinwiederum haben ihr jeden Werth abgestritten. Zur Zeit noch wogt der jüngst von neuem entfachte Streit für und wider, und es ist daher schwer, und besonders in so eng begrenztem Raume, ein abschliessendes Urtheil abzugeben.

Der oder die Diazokörper, welche die typische Reaction geben, sind uns trotz zahlreicher Arbeiten noch vollkommen unbekannt. Die Reaction soll nie vorkommen im Harn gesunder Individuen; es ist

ohne allgemeineres Interesse, die fieberlosen Krankheiten aufzuzählen, bei denen sie vereinzelt beobachtet wurde. Unter den fieberhaften Krankheiten kommt sie am constantesten vor bei Typhus abdominalis, exanthematicus und den Masern; die Reaction fehlt fast regelmässig beim Gelenkrheumatismus, Meningitis und Rötheln; bei Pneumonie, Scharlach, Diphtherie, Erysipel zeigt sie wechselndes Verhalten. Ihre grosse diagnostische Bedeutung verdankt die *Ehrlich*'sche Reaction naturgemäss dem Typhus; fehlte sie bei einer typhös verlaufenden Krankheit dauernd, so konnte man Typhus fast mit Sicherheit ausschliessen. Ihr Vorhandensein konnte, wie aus obiger Zusammenstellung ersichtlich, nicht so eindeutig beweisend sein. Heute hat die Reaction in der *Vidal*'schen eine übermächtige Concurrentin erhalten. Für die Beurtheilung des Verlaufs des Typhus aber hat sie sich ihren Platz gewahrt; das Wiederauftreten nämlich der Reaction — die bei der Entfieberung verschwindet — spricht mit ziemlicher Sicherheit für eine Recrudescenz oder Recidiv und mahnt mindestens zu allergrösster Vorsicht in der Ernährung.

Schwankt die Diagnose zwischen Rötheln und Masern, so spricht das Vorhandensein der Reaction für letztere; nicht aber gilt das Umgekehrte.

Eine ganz besondere Stellung nimmt die Reaction für die prognostische Beurtheilung der Lungentuberculose ein. Ihr Auftreten soll von übelster Vorbedeutung sein. Das ist zweifellos unbewiesen. Bei dem heutigen Stand der Frage müssen wir der Diazoreaction noch jede prognostische Bedeutung bei der Tuberculoseerkrankung absprechen.

Neueste Untersuchungen haben ergeben, dass Opium, Morphiumpräparate, Naphthalin uud andere Medicamente die Reaction im Harn hervorrufen, während andere, besonders die Phenole und Tannin, sie unterdrücken. Bei der weiteren Behandlung der Frage nach der Bedeutung der Diazoreaction wird man dieses vor allem berücksichtigen müssen.

Harnfarbstoffe.

Das Aussehen des Harns lässt an sich keinen Schluss auf Art und Menge der darin vorhandenen Farbstoffe — die bekanntlich meist im weiteren Sinne Eiweissabkömmlinge sind — zu, da die Farbstoffe durch die Reaction des Harns, den kürzeren oder längeren Einfluss von Licht und Luft u. s. f. verändert werden. Hier können nur die semiologisch bedeutsamen kurz besprochen werden.

Urobilin (Hydrobilirubin?) wird normaler Weise täglich in einer Menge von 0,08—0.14 Grm. ausgeschieden. Es entsteht zum Theil im Dünndarm aus dem durch Bakterien reducirten Bilirubin der Galle (Hydrobilirubin). Dementsprechend enthält der Koth nur noch Spuren von Bilirubin und viel Urobilin, welches daher bei quantitativen Bestimmungen im Harn mit zu berücksichtigen ist. Bei vollkommenem Gallenverschluss hingegen, also bei schwerem Icterus, ist häufig, nicht regelmässig, kein Urobilin im Harn gefunden worden. Ferner fehlte auch bei Neugeborenen, deren Darm bakterienfrei ist, Urobilin im Harn. Wird der Darm hingegen mit Galle, i. e. Bilirubin überschwemmt, so steigt der Urobilingehalt des Harns zu ganz beträchtlicher übernormaler Höhe an, so z. B. wenn nach vorheriger Gallenstauung sich das Hindernis löst.

Eine erhebliche Vermehrung des Urobilins findet man ferner bei inneren Blutungen, so dass für letztere die Urobilinvermehrung geradezu pathognomonisch ist. Aus dem abgelagerten Hämoglobin bildet sich — wahrscheinlich grösstentheils in der Leber und durch directe Umwandlung — Urobilin. Endlich giebt es eine toxische Urobilinurie bei Infectionen oder Intoxicationen, die mit erhöhtem Untergange rother Blutkörperchen verbunden sind (typhöse, septische Fieber, nach Blutgiften etc.), sowie bei manchen Lebererkrankungen (Cirrhose, Stauungsleber). Ob die ältere Annahme richtig ist, dass hierbei zuerst der freigewordene Blutfarbstoff in der Leber in Gallenfarbstoff und dann erst im Darm zu Urobilin umgewandelt wird, oder die neuere Annahme, welche eine directe Urobilinbildung aus den aufgelösten Blutkörperchen in der Leber selbst behauptet, ist zur Zeit noch strittig. So viel steht jedenfalls fest, dass man künstlich das Urobilin sowohl direct aus Hämoglobin wie aus Bilirubin darstellen kann, und dass für den menschlichen Organismus wohl beide Möglichkeiten ins Auge zu fassen sind. Gerade in neuester Zeit sind wenigstens gewichtige Bedenken gegen die Auffassung erhoben worden, dass alles Urobilin des Harns nur resorbirtes Hydrobilirubin des Dickdarms sei, und dass somit diese beiden Körper, trotz ihrer grossen Aehnlichkeit, identisch seien.

Nur unter pathologischen Verhältnissen kommt das Melanin im Harn vor. Es wird beobachtet bei Kranken, welche an Pigmentkrebs leiden, und ist auch nichts anderes als das Pigment selbst, welches durch die Blutbahn in den Harn gelangt ist. Auf diesem Wege erfährt es meist eine Reduction. Alsdann enthält der frisch gelassene Harn nur das nicht oxydirte Chromogen, Melanogen, das erst durch Stehen an der Luft wieder zu Melanin oxydirt wird. Das Melanin tritt in den Fällen von melanotischen Geschwülsten meist nur zeitweise, kaum je dauernd im Harn auf.

Die semiotische Bedeutung des Hämatoporphyrins ist noch nicht klargestellt. Während man früher annahm, dass es aus dem Blut stammt, da man es künstlich aus Hämatin darstellen konnte, ist letzthin behauptet worden, es leite sich entweder aus dem Chlorophyll oder auch aus der Galle her. Von allgemeinerer Bedeutung ist zur Zeit nur, dass man es in grösseren Mengen — spurenweise kommt es im normalen menschlichen Harn vor — bei Trional- und Tetronalvergiftungen, sowie bei verschiedenen Bleikrankheiten gefunden hat.

Aromatische Körper.

Aetherschwefelsäure.

Wir haben bereits bei Besprechung der Schwefelsäure gesehen, dass ein Theil derselben sich — wahrscheinlich in der Leber — mit den aromatischen Producten der im Darm sich abspielenden Eiweissfäulnis verbindet. Die letzteren, die Phenol-, Phenyl- und Indolgruppen, sind an sich giftig und werden durch die Paarung mit Schwefelsäure entgiftet, um dann als unschädliche Körper durch die Nieren ausgeschieden zu werden. Bei überstarkem Angebot dieser aromatischen Körper, also besonders bei künstlicher Zufuhr von Phenolen oder analogen Körpern, wie Campher, Naphthalin, Thymol etc. (s. o.), tritt auch an Stelle der Schwefelsäure die Glykuronsäure ein, um die Entgiftung zu bewirken.

So hochinteressant und wichtig die genauere Kenntnis dieser Vorgänge, die hier nur angedeutet werden konnte, für die Physiologie sich erweist, so gering ist im Vergleich damit ihr praktischer Nutzen für die Klinik.

Im Harn des gesunden Menschen findet man bei gewöhnlicher Nahrung 0,12—0,25 Grm. gepaarter Schwefelsäure. Eiweissreiche Nahrung steigert naturgemäss zugleich mit der Darmfäulnis ihre Menge, eiweissarme setzt sie herab; aber es lässt sich nicht für eine bestimmte Kost etwa eine bestimmte Ausscheidungsgrösse finden. Individuelle Verschiedenheiten, Häufigkeit der Darmentleerungen, wohl auch die jedesmalige bakterielle Flora des Darms spielen hier eine Rolle. Wichtiger ist es, dass es mit Darmantisepticis, wie Calomel, verschiedenen Autoren nicht gelang, die Aetherschwefelsäure-Ausscheidung herabzusetzen.

Da auch ferner bei Darmkrankheiten die zahlreichen Resultate, die in der Literatur mitgetheilt sind, keineswegs einheitlich sind, können nur extrem hohe Werthe differential-diagnostisch Beachtung verdienen. Besonders bei einer Entscheidung, die zwischen Perityphlitis und Parametritis zu treffen, werden Werthe über 0,4 Grm. zu Gunsten der ersteren sprechen. Bei Darmblutungen, tuberculösen Darmgeschwüren, Ileus und Peritonitis sind häufig hohe Aetherschwefelsäure-Ausscheidungen beobachtet worden. Aber es ist auch zu berücksichtigen, dass gleichfalls starker Gewebszerfall und Eiterungen, also nicht nur Processe, die sich im Darm abspielen, die Aetherschwefelsäuren vermehren.

Indican.

Indican, das grösstentheils als Indoxylschwefelsäure, zum kleineren Theil als Indoxylglykuronsäure in einer täglichen Menge von 4,5 bis 19,5 Mgrm. ausgeschieden wird, hat naturgemäss im allgemeinen dieselbe semiologische Bedeutung wie die Aetherschwefelsäuren, von denen sie einen Theil bildet. Den anderen Hauptantheil der letzteren stellen, wie oben schon gesagt, die Phenole dar. Wenn nun auch Indican- und Phenolausscheidung keineswegs immer parallel gehen — je nach der Art der Eiweissfäulnis wird bald von diesem, bald von jenem Körper mehr ausgeschieden —, so sind principielle Differenzen darin doch nur für 2 Fälle bekannt. Beim Hunger ist das Indican bis auf Spuren vermindert, während die Phenolausscheidung sehr reichlich ist (beim Hungerkünstler *Cetti* am 8. und 9. Hungertage 137 und 155 Mgrm., statt normal 17—51 Mgrm.). Bei Anämie und Kachexie hingegen soll die Indicanausscheidung vermehrt, die Phenolausscheidung vermindert sein.

Die Indicanbestimmung bietet den Vortheil grosser Einfachheit und ist deshalb eine zu diagnostischen Zwecken viel angewandte Methode geworden. Es gilt hier, was bereits für die gepaarten Schwefelsäuren gesagt war: nur starke Indicanvermehrung — und nur auf quantitativem Wege, nicht schätzungsweise festgestellte — kann ernstlich differentiell-diagnostische (s. o.) Verwendung finden. Beim Ileus soll die Indicanbestimmung die Feststellung seines Sitzes ermöglichen; bei Dünndarmeinklemmung nämlich sei der Indicangehalt des Harns sehr bald gesteigert, während bei einem Hindernis im Dickdarm die Stagnation keine so starke Eiweissfäulnis bedingen soll, da auf dem Wege dorthin das Trypsin bereits zerstört sei.

Alkaptonsäuren.

Bei einer Anzahl von Individuen, und zwar familienweise, ist die Alkaptonurie beobachtet worden. Die Harne reduciren stark Metallsalze, werden beim Stehen an der Luft schnell alkalisch und nehmen eine intensiv schwarze Farbe an. Sie verdanken diese Eigenschaft der Homogentisinsäure, die bis zu 6 Grm. pro Tag ausgeschieden wurde, und als deren Quelle das Tyrosin angesehen wird. Nähere Einsicht in das Wesen der Alkaptonurie fehlt noch.

Die Hippursäure, die kein allgemeineres klinisches Interesse hat, kann hier nicht näher besprochen werden.

Oxalsäure.

Oxalsäure kommt regelmässig im normalen Harn, und zwar nur als Kalkoxalat vor. Die tägliche Menge beträgt bei gemischter Diät Spuren bis 20 Mgrm. Die neueren Untersuchungen haben gezeigt, dass die Hauptquelle der Oxalsäure des Harns die mit der Nahrung eingeführte Oxalsäure ist (sehr oxalsäurereich sind z. B. Sauerampfer, Tomaten, Carotten, Spinat, Sellerie, Rosenkohl, grüne Bohnen, Spargel, Thee, Cacao; Arzneimittel, wie Rheum. Baldrian, Flieder etc.). Die Oxalsäure der Nahrung wird zwar zum grossen Theile (85%) im Darmcanal durch Bakterien zersetzt, der resorbirte Theil jedoch (bis 15%) erscheint im Urin. Ausserdem aber bildet sich Oxalsäure aus Leim, Kreatin, Glykokoll und Glykocholsäure, so dass also auch im Hunger stets Oxalsäure gebildet wird.

Eine pathologische Vermehrung der Oxalsäure, eine eigentliche Oxalurie scheint es nicht zu geben; wenigstens konnte sie neuestens bei Fettsucht, Neurasthenie, Diabetes, Icterus, Gicht und Nephritis, bei welchen Krankheiten man eine „accidentelle Oxalurie“ angenommen hatte, nicht bestätigt werden.

Ebensowenig hält das Krankheitsbild einer „essentiellen Oxalurie“ der Kritik Stand; es sind in den als solche beschriebenen Fällen nie quantitative Oxalsäurebestimmungen gemacht worden, sondern der Oxalsäuregehalt wurde nur nach dem ausgefallenen Sediment geschätzt. Eine sölche starke Sedimentausscheidung von oxalsaurem Kalk wurde in der That von mehreren Autoren alternirend mit Melliturie beobachtet. Das Ausfallen des oxalsauren Kalks hängt nun aber keineswegs von der Menge der Oxalsäure, sondern nur von ihren Lösungsbedingungen im Harn ab. Es ist jüngst gezeigt worden, dass, wenn der Harn durch Diätregelung (Aepfel, Birnen etc.) oder medicamentös (Bitterwasser) magnesiareich gemacht wird, das Ausfallen der Oxalsäure verhindert werden kann.

Wir sehen also, dass das semiologische Interesse an der Oxalsäure ein ganz geringes ist. Das oxalsaure Kalksediment ist eine häufige und anscheinend gleichgiltige Erscheinung, die nur bei stärkerer Wolkenbildung im Harn die betreffenden Individuen zu ängstigen geeignet ist und deshalb auch bekämpft werden muss. Dass damit die Oxalatsteinbildung zusammenhängt, ist ebenso unbewiesén wie unwahrscheinlich.

Milchsäure.

Von den organischen Säuren, die im menschlichen Harn vorkommen, interessirt hier vor allen die rechtsdrehende Fleischmilchsäure.

(Die optisch inactive Gährungsmilchsäure ist als secundäres Gährungsproduct ohne Bedeutung; die organischen Fettsäuren haben keinen allgemeinen semiotischen Werth.)

Nach einer älteren Lehre, die heute freilich nicht mehr allgemein anerkannt wird, aber auch noch durch keine neue ersetzt ist, bildet bei der Oxydation von Eiweiss zu Harnstoff das Ammoniumlactat eine normale Zwischenstufe; es wird in der Leber zu Harnstoff umgewandelt. Bei Insufficienz der Leber (acute gelbe Leberatrophie, Vergiftung, Lebercirrhose) soll nun die letztere Oxydation nicht mehr stattfinden, und die Fleischmilchsäure als solche, an NH_3 gebunden, in den Harn übertreten. — Ihr Auftreten im Harn ist ferner beobachtet worden bei schweren Respirationsstörungen (Kohlenoxydvergiftungen, Vergiftungen mit Strychnin, Arsen, Morphin etc., epileptischem Anfall, schweren Herzfehlern und Anämien, nach anstrengenden Märschen, in der Agone). Da bei derartigen dyspnoischen Zuständen zugleich öfters Zucker im Harn gefunden wurde, und das Thierexperiment starken Glykogenschwund erkennen liess, haben einzelne Forscher hier im Auftreten der Milchsäure eine mangelhafte Zuckeroxydation erblickt. Bei der plötzlichen Ueberschwemmung mit Zucker (aus Glykogen) reiche die durch die Stauung behinderte Oxydationskraft nicht aus, die ganze, aus Zucker gebildete Milchsäure zu verbrennen. Die mangelnde Oxydationskraft wird man auch bei dieser Annahme in der Leber suchen müssen. — Alle diese Theorien können bei der Complicirtheit der Vorgänge in der Leber nur als vorläufige aufgefasst werden.

Abnorme Harnbestandtheile.

Fett. Auf dem Harn schwimmt das Fett entweder in Form von Fetttröpfchen oder in Krystallform (Lipurie), oder aber der Harn hat ein milchiges Aussehen (Chylurie), das Fett findet sich darin zusammen mit Eiweiss emulsionsartig vertheilt.

Es wird beobachtet bei sehr reichlicher Zufuhr leicht resorbirbaren Fettes, das dann anscheinend nicht assimilirt werden konnte und ins Blut übertrat; bei Knochenbrüchen und überhaupt Verletzungen fetthaltiger Organe, bei grob anatomischen Veränderungen der Harnorgane, die mit Fettdegeneration einhergehen (Morbus Brightii, P-Vergiftungen), bei perforirenden Abscessen der Niere, Nierenbecken etc., ferner bei Herz-, Leber- und Pankreasaffectionen, sowie endlich bei den parasitären Erkrankungen: Filaria sanguinis hominis und Distomum haematobium.

Cystin. Dieser Körper findet sich im Harn (Cystinurie) gewöhnlich zusammen mit Diaminen (Cadaverin und Putrescin) infolge einer noch nicht ganz aufgeklärten Stoffwechselanomalie, die wahrscheinlich auf einer eigenthümlichen Darmmykose beruht, da die Diamine auch stets gleichzeitig in den Fäces gefunden wurden. Die täglich ausgeschiedene Menge kann 0,2—0,5 Grm. betragen. Das Cystin scheidet sich aus saurem Urin bereits in den Harnwegen in sechsseitigen farblosen Krystallen ab und bietet stets die Gefahr einer Steinbildung.

Es ist das familiäre Vorkommen von Cystinurie zweimal beschrieben worden.

Die chemische Untersuchung des Blutes.

Von Prof. Dr. **E. Grawitz.**

Die Art der Entnahme des Blutes.

Fast kein Gewebe des menschlichen Körpers ist am Lebenden so leicht zu gewinnen und zu untersuchen wie das Blut. Für klinische Zwecke kommen erstens kleine Blutströpfchen in Frage, welche man durch Anstich mittels einer sterilen scharfen Nadel oder einer Lancette in die mit Aether gereinigte Haut gewinnt. Es empfiehlt sich zu diesem Zwecke den Ohrzipfel anzustechen, da sich hier am schmerzlosesten und am bequemsten Blutstropfen gewinnen lassen, während Stiche in die Fingerkuppe viel schmerzhafter sind und unter Umständen die Gefahr einer Infection mit sich bringen.

Für die Ausführung der Incision sind besondere Instrumente mit Regulirvorrichtung erfunden worden, welche gestatten, die Tiefe des Einstiches vorher genau zu messen. Indess beanspruchen diese Instrumente keine besondere praktische Bedeutung.

Für viele Untersuchungen am Blute ist es wünschenswerth, grössere Quantitäten desselben zur Verfügung zu haben, und da selbst aus einem ziemlich ausgiebigen Schnitte selten mehr als einige Decigramm Blut ohne Anwendung von Druck ausfliessen, so ist es nöthig, Blut in grösserer Menge auf andere Weise zu gewinnen.

Jedes Drücken oder Quetschen an einem Hautstich oder einer Incision bedingt selbstverständlich einen Uebertritt von Gewebsflüssigkeit in das hervorquellende Blut, so dass hierdurch eine ganz erhebliche Fehlerquelle in der Zusammensetzung des Blutes geschaffen wird.

Am bequemsten, am schonendsten für den Kranken und am directesten aus der Circulation gewinnt man Blut aus der Punction einer oberflächlichen Vene, am besten am Vorderarm. Hierzu benutzt man scharfe metallene Canülen (Fig. 9), welche durch trockene Hitze oder durch Kochen sterilisirt werden. Die Vene wird durch leichte Compression zum Anschwellen gebracht, die Haut sorgfältig desinficirt und darauf die Canüle der Längsrichtung nach in die Vene eingestochen, worauf das Blut je nach dem Caliber der Canüle in schnellerer oder langsamerer Tropfenfolge ausströmt.

Es ist bei dieser Encheirese darauf zu achten, dass die Canüle möglichst scharf sei, weil hierdurch am besten ein Abgleiten oder Beiseiteschieben der unter der Haut verschiebbaren Venenwand vermieden wird.

Will man die Canülen zum Aderlass verwenden, was sich für die Zwecke der Praxis wegen der grossen Einfachheit und Sauberkeit des Verfahrens sehr empfiehlt, so ist es nöthig, Canülen von etwas weiterem Lumen zu nehmen und die Innenfläche der Canüle mit dem beigegebenen Stopfen mittels sterilen Olivenöls einzufetten, so dass die Reibung an der Innenfläche und damit eine vorzeitige Coagulation des Blutes in der Canüle vermieden wird, welche bei engen und rauhen Canülen und langsamem Ausfliessen des Blutes oft in störender Weise erfolgt. Man muss für die Zwecke des Aderlasses für eine energische Compression des Venenstammes durch Anlegung einer Aderlassbinde sorgen und erhält dann mit Leichtigkeit bei richtiger Ausführung und genügend weiter Canüle mehrere Hundert Cubikcentimeter Blut.

Auch zur Ausführung von Transfusionen lassen sich diese Canülen verwenden, indem ein Ansatzstück zu der Canüle an den Schlauch eines Irrigators angebracht wird, welches genau in die Canüle eingeschliffen ist. Zur Ausführung der Transfusion wird der Irrigator mit erwärmter Kochsalzlösung (0,9%) gefüllt, auf das sorg-

Fig. 9.



Canüle zur Venenpunction.

fältigste jede Luftblase aus dem Schlauch entfernt und der Schlauch zunächst durch eine Klemme geschlossen. Nunmehr führt ein Operateur die Canüle allein in die Vene ein und sobald die ersten Tropfen hervorquellen wird das Ansatzstück im Irrigatorschlauch in die Canüle eingeschoben, die Klemme gelöst und man lässt unter niedrigem Drucke die Transfusionsflüssigkeit einströmen, was nunmehr mit voller Sicherheit in die Vene hinein erfolgt, da das Ausfliessen des Blutes aus der Canüle die Gewissheit gab, dass sich dieselbe wirklich im Venenlumen drinnen befand.

Zu klinischen Untersuchungszwecken genügt es in der Regel, einige Cubikcentimeter Blut aus der Vene abtropfen zu lassen. Dieselben dienen entweder zur Bestimmung des specifischen Gewichtes des Blutes oder zur Bestimmung der Trockenrückstände oder zu den verschiedenen Bestimmungen am Serum; schliesslich aber auch zu bakteriologischen Zwecken.

Für letzteren Zweck, also um Bakterien aus dem Blute zu züchten, kann man auch mit dem Schröpfapparat Blut aus der Haut entnehmen, wobei allerdings auf eine sorgfältige Desinfection der Haut geachtet werden muss. Für sonstige quantitative Bestimmungen ist das Schröpfblut nicht zu verwerthen, da bei der Ansaugung des Blutes durch den Schröpfapparat stets mehr oder minder grosse Quantitäten Gewebsflüssigkeit mit eingesaugt werden.

Das Auffangen des Blutes.

Zum Auffangen des Blutes dienen Wiegeschälchen verschiedener Grösse mit luftdicht schliessendem Deckel; ferner: Glasröhrchen in der Form von Lymphröhrchen, der Länge nach cylindrisch ausgezogen (Fig. 10), welche an der Spitze fein zulaufen und vor dem

Fig. 10.

Glasröhre zum Blutauffangen.

Gebrauche an der Spitze abgebrochen werden müssen, sowie graduirte Centrifugirgläschen und Standgefässe verschiedener Grösse.

Bestimmung der Alkalescenz des Blutes.

Für die Bestimmung der Alkalescenz im Blute ist es nothwendig, nach der Angabe von *Zuntz* und *Löwy* das ganze im Blute enthaltene Alkali zu bestimmen und zu diesem Zwecke die rothen Blutkörperchen, deren Alkalimengen bei den früheren Methoden unberücksichtigt blieben, zur Auflösung zu bringen.

Zu diesem Zwecke wird das Blut durch Auflösung der rothen Blutkörperchen lackfarbig gemacht, und zwar dadurch, dass man die rothen Blutkörperchen in destillirtem Wasser zur Auflösung bringt.

Fig. 11.



Blut-Alkalimeter (von *C. S. Engel*).

Das in bestimmtem Mengenverhältniss gelöste Blut wird gegen eine Normalweinsäurelösung titrirt und die Reaction mittels Lakmoidpapier geprüft.

Für klinische Zwecke ist nach diesem Princip in einer zweckmässigen und handlichen Form der Blutalkalimeter von *C. S. Engel* construirt worden (Fig. 11), dessen Anwendung nach dem Varfasser in folgender Weise geschieht:

Ein grosser Blutstropfen wird in die Capillarpipette bis zur Marke 0,05 hineingesogen, dann destillirtes Wasser nachgezogen, bis die Marke 5,0 erreicht ist. Nachdem leicht geschüttelt worden, wird das nun lackfarben gewordene Blut in das beigegebene Gläschen gebracht. Zur Titrirung wird in die Bürette, die an dem auszuschraubenden Bürettenhalter zu befestigen ist, eine $\frac{1}{75}$ Normalweinsäure gebracht, das ist 1 Gramm Acid. tartaricum auf 1 Liter Aq. dest. Es wird nun tropfenweise die Weinsäure so lange in die Blutlösung hineinfallen gelassen, bis ein auf das Lakmoidpapier gebrachter Blutstropfen an seinem Rande einen deutlichen rothen Kreis zurückgelassen hat. Diese Endreaction tritt bei normalem Blut etwa beim zehnten Weinsäuretropfen (etwa 0,5 Ccm.) ein. Die Blutmischung darf nicht mit dem Stab auf das Papier gewischt werden.

Berechnung. Angenommen, es sind 0,5 Ccm. Weinsäure zum Neutralisiren von 0,05 Ccm. Blut verbraucht worden, so werden für 100 Ccm. Blut 1000 Ccm. $\frac{1}{75}$ Normalweinsäure gebraucht. Da das Aequivalentgewicht der Weinsäure $\left(\frac{C4H6O6}{2}\right) = 75$, das des Natriumhydrats $(NaHO) = 40$ beträgt, so sättigt ein Liter Wasser, in welchem 75 Grm. Weinsäure gelöst sind, 40 Grm. NaOH, also ein Liter $\frac{1}{75}$ Normalweinsäure $\frac{40}{75}$ Grm. oder 533 Mgrm. NaOH. Die Alkalescenz von 100 Ccm. Blut entspricht also 533 Mgrm. NaOH.

Dieser Apparat ist an sich sehr zweckmässig; nur haftet ihm der Uebelstand an, dass durch die Entnahme zahlreicher einzelner Tröpfchen, welche auf das Lakmoidpapier gebracht werden, um den Eintritt des Farbumschlages sicher zu erkennen, die Gesammtmenge der zu titrirenden Blutlösung verringert wird, so dass das Endresultat doch kein ganz sicheres ist.

Um diesen Fehler zu umgehen, räth *Brandenburg*, eine grössere Blutmenge, etwa 5—8 Ccm. Blut aus der Vene zu entnehmen, in eine 0,2%ige Ammonoxalatlösung fliessen zu lassen und auf 30 Ccm. aufzufüllen, worauf er ebenfalls gegen Lakmoidpapier mit ein Zehntel Normalweinsäurelösung titrirt.

Neuere Untersuchungen von *Brandenburg* haben ergeben, dass die Alkalescenz des Blutes in directer Abhängigkeit von dem Gesammteiweissgehalt des Blutes ist, so dass es durchaus nothwendig erscheint, Alkalescenzbestimmungen stets mit Bestimmungen der Gesammtconcentration des Blutes zu verbinden.

Die Bestimmung der Concentration des Blutes.

Um einen sicheren Anhalt über die Mischungsverhältnisse des Blutes zu gewinnen, bedarf man für klinische Zwecke sicherer und dabei doch einfacher Methoden, welche eine zuverlässige Ermittelung des Gehaltes an festen Bestandtheilen und an Wasser ermöglichen.

Zu diesem Zwecke kommen vorzugsweise in Betracht:

1. Die Bestimmung des specifischen Gewichtes des Blutes.

Dieselbe wird ausgeführt:

a) Durch die Methode von *Schmalz* mittels Capillarpyknometer.

Ein Glasröhrchen der oben geschilderten Form mit offenen, sorgfältig geglätteten Enden wird leer, dann mit destillirtem Wasser bei 15° C. gewogen und das Wassergewicht notirt. Darauf wird das Röhrchen getrocknet und man lässt nunmehr Blut durch Capillarattraction in dasselbe eintreten bis es vollständig gefüllt ist, wobei darauf zu achten ist, dass keine Luftblasen mit hineintreten. Man wiegt nunmehr wiederum und bestimmt nach Abzug des Leergewichtes der Capillare das absolute Blutgewicht. Dieses letztere durch das Wassergewicht dividirt ergiebt das specifische Gewicht des Blutes.

Für diese Untersuchung ist eine feine chemische Wage nöthig, welche auf $^1/_{10}$ Mgrm. genau wiegt.

b) Die Methode von *Hammerschlag* beruht darauf, zwei Flüssigkeiten von verschiedenem specifischen Gewichte in verschiedenen Standgefässen zu mischen und dadurch Flüssigkeiten von verschiedenem specifischen Gewichte herzustellen, in welche Blutstropfen hineingebracht werden, worauf je nach der Schwere des Blutstropfens entweder ein Steigen oder Sinken oder, falls das specifische Gewicht gleich ist, ein Schweben des Blutstropfens mitten in der Flüssigkeit erfolgt.

Zu diesem Zwecke nimmt man das specifisch schwere Chloroform einerseits und das viel leichtere Benzol andererseits, mischt beide Flüssigkeiten in mehreren Standgefässen und bestimmt das specifische Gewicht der verschiedenen Lösungen durch Einsenken eines Normalaräometers.

Nunmehr nimmt man mit einer der erwähnten Glasröhren mehrere hervorquellende Blutstropfen und lässt dieselben der Reihe nach in die verschiedenen Standgefässe hineinfallen. Diejenige Mischung, in welcher der Tropfen ohne zu steigen oder zu sinken inmitten der Flüssigkeit sich schwebend erhält, besitzt das specifische Gewicht des Blutes.

Diese Methode ist exact und für klinische Zwecke sehr empfehlenswerth.

Das normale specifische Gewicht des Blutes beträgt: Bei Männern 1055—1060, bei Frauen 1050—1055.

2. Die Bestimmung der Trockenrückstände

giebt ebenfalls durchaus exacten Aufschluss über den Wassergehalt des Blutes.

Zu diesen Untersuchungen dienen die erwähnten Wiegeschälchen, deren Leergewicht vorher bestimmt wird, und in welche man aus einem Hautschnitt oder einer punktirten Vene kleine Mengen Blut einfliessen lässt, worauf sofort das Schälchen hermetisch geschlossen und wiederum gewogen wird, so dass das Gewicht des feuchten Blutes bestimmt wird. Darauf wird nach Abhebung des Deckels das Blut im luftleeren

Raum über Schwefelsäure oder Chlorcalcium getrocknet, bis dasselbe glashart geworden und von den Gefässwänden abspringt. Darauf wird das Trockengewicht bestimmt und seine procentische Menge berechnet.

Die Trocknung des Blutes im Wärmeschrank bei 67° C., wie dies *Stintzing* empfiehlt, giebt nicht ganz so sichere Resultate.

Die Trockensubstanz des Blutes beträgt beim Gesunden 21—22%.

3. Die Bestimmung des Stickstoffgehaltes

kann ebenfalls zur Ermittlung der Concentration des Blutes herangezogen worden und aus dem im Blute enthaltenen Stickstoff durch Multiplication mit 6,25 nach Analogie anderer Eiweissbestimmungen der Eiweissgehalt berechnet werden.

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass geringe Mengen von N im Blute nicht auf Eiweisskörper, sondern auf Extractivstoffe zu beziehen sind. Die Analysen sind daher immer nur mit Vorsicht zu verwerthen, da bei manchen pathologischen Zuständen, z. B. Nierenkrankheiten, der Extractiv-N in uncontrolirbarer Weise gesteigert sein kann.

Die Bestimmung selbst geschieht derart, dass man eine kleine Quantität Blut im Wiegegläschen abwiegt und sorgfältig mit destillirtem Wasser in einem Kolben spült, worauf der Nachweis des N in der von *Kjeldahl* angegebenen Weise erfolgt. Als noch zweckmässiger habe ich es gefunden, kleine Düten von Stanniol mit etwas getrocknetem Sande abzuwiegen, dann in den Sand einige Tropfen Blut fallen zu lassen, worauf die Stanioldüte geschlossen und sofort das Gewicht des Blutes bestimmt wird. Die Düte wird dann in gewöhnlicher Weise im *Kjeldahl*-Kolben verbrannt. (Vgl. die Lehrbücher der physiologischen Chemie von *Hoppe-Seyler, Thierfelder, Salkowski, Kossel* u. a.)

Der N-Gehalt beim Gesunden beträgt: 3,5—3,7%.

Bestimmung des Hämoglobingehaltes.

Das Hämoglobin des Blutes wird quantitativ ermittelt entweder durch Messung der Färbekraft oder durch Bestimmung des Eisengehaltes, aus dem sich die Hämoglobinmenge berechnen lässt.

Die Methoden zur Ermittlung der Farbintensität des Blutrothes sind sehr verschiedenartig und enthalten, soweit die klinisch brauchbaren Apparate in Frage kommen, durchweg mehr oder minder starke Fehlerquellen, die sich besonders dann bemerkbar machen, wenn man die Bestimmungen an stark verändertem Blute, z. B. bei schweren Anämien, ausführt. Exactere Ergebnisse liefern die Methoden, welche darauf beruhen, das zu untersuchende Hämoglobin in eine bestimmte Form von stets gleicher Farbnuance überzuführen, z. B. in Kohlenoxyd-Hämoglobin, und diese Farbe mit einer Normal-CO-Hämoglobinlösung zu vergleichen.

Derartige Apparate, welche z. B. von *Hoppe-Seyler* und *Nebelthau* angegeben sind (vgl. meine klinische Pathologie des Blutes pag. 28, 29), liefern zwar zuverlässige Resultate, erfordern aber zur Ausführung einer Hämoglobinbestimmung erhebliche Zeit und sind für klinische

Zwecke, bei denen es darauf ankommt, in kurzer Frist brauchbare Resultate zu erhalten, zu complicirt. Für klinische Zwecke kommen in Frage:

a) Die Hämoglobinscala von *Tallquist.* Das einfachste Princip, die Färbekraft des Blutes zu messen, ist von *Tallquist* in folgender Weise für die Praxis ausgeführt. In einem Buche, welches mit Filtrirpapierblättchen ausgestattet ist, findet sich eine empirisch bestimmte farbige Scala, welche die Nuancen der Blutrothes in verschiedenen Abstufungen zeigt, in der Stärke von 10—100% Hb steigend.

Es wird nun mit einem Filtrirpapierblatt ein Tropfen Blut aufgefangen, der spontan in dem Papier vertheilt und nach Eintrocknung in seiner Färbung mit der Scala verglichen wird. Nach meiner Erfahrung ist es zweckmässig, den runden Blutfleck nach der Eintrocknung mit einer Schere auszuschneiden und direct auf die Farbscala zu legen, wodurch die Farbvergleichung noch genauer wird.

Fig. 12.



Hämoglobinometer von *Gowers.*

b) Bei dem Hämoglobinometer von *Gowers* wird eine kleine Quantität Blut (0,02 Ccm.) mit einer Pipette angesaugt, in ein graduirtes cylindrisches Gläschen eingeblasen, mit destillirtem Wasser die Pipette ausgespült und das Blut so weit verdünnt, bis seine Farbe genau derjenigen entspricht, welche die in einem zugeschmolzenen Gläschen enthaltene Karminpikrokarmingelatine (= 1% wässeriger Lösung normalen Blutes) zeigt. An der Scala des Mischgläschens kann man ohne weiteres in Procenten den Hämoglobingehalt des Blutes ablesen (Fig. 12).

Die Farbvergleichung geschieht, indem man die Gläschen gegen einen weissen Hintergrund betrachtet.

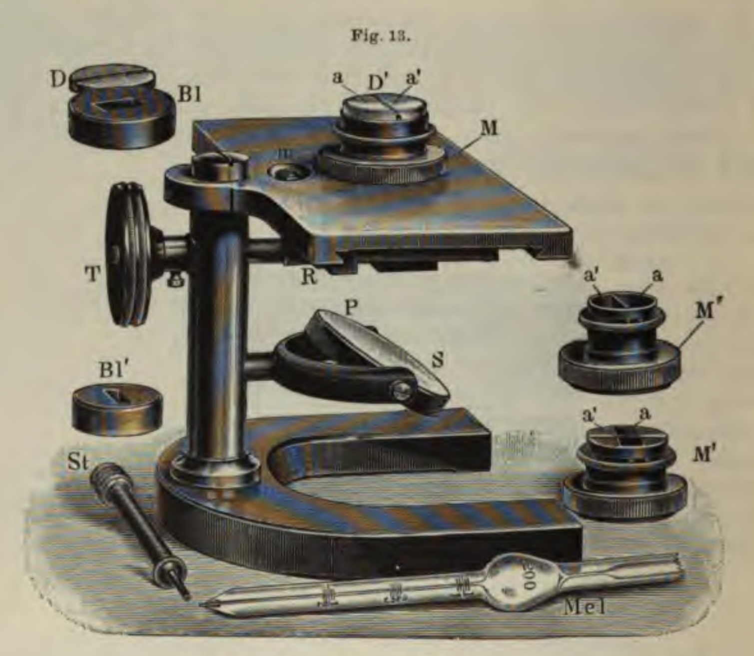
c) Das *Fleischl'*sche Hämometer, von *Miescher* verbessert, besteht aus den zur Blutentnahme nöthigen Apparaten und einem nach Art des *Thoma-Zeiss'*schen Melangeurs construirten Mischgefäss, in welchem das Blut auf $^1/_{200}$, $^1/_{300}$, $^1/_{400}$ verdünnt werden kann. Als Verdünnungsflüssigkeit dient eine filtrirte 1‰ Na. carbon.-Lösung.

Die zweitheilige Untersuchungskammer des Apparates wird in der einen Hälfte mit reinem Wasser, in der anderen mit der Blutlösung beschickt, so dass beiderseits ein convexer Meniscus über der Ober-

fläche überragt und hiernach das Deckglas in der Richtung der Kammerscheidewand unter Vermeidung von Luftbläschen auf die Oberfläche der Kammer geschoben.

Die Untersuchung an dem Instrumente soll in einem völlig dunklen Raume, bei Tage in einer Dunkelkammer unter Benutzung eines *Argand*-Gasbrenners oder einer gewöhnlichen Petroleumlampe (nicht mit weissem Lichte) vorgenommen werden. Die Färbekraft wird an einem mit Gradeintheilung versehenen, verschieblichen Glaskeil gemessen, der eine Rothfärbung von verschiedener Intensität zeigt. Eine zweite kleinere

Fig. 13.



Hämometer von *Fleischl*.

Doppelkammer kann zur Controle der grösseren ebenfalls beschickt und untersucht werden, worauf die Werthe mit einander verglichen werden (Fig. 13).

Bestimmung des Eisengehaltes.

Für klinische Zwecke ist zur Ermittelung der Eisenmenge im Blute ein Verfahren von *Jolles* angegeben worden, dessen Princip folgendes ist: 0,05 Ccm. Blut werden mit einer Pipette angesaugt, auf den Boden eines Platintiegels geblasen, die Pipette mit Wasser nachgespült. Die Asche wird mit 0,1 Grm. gepulverten, wasserfreien sauren schwefelsauren Kaliums geschmolzen und 1—2 Minuten bei verstärkter Flamme erhitzt. Mit heissem destillirten Wasser wird der Platintiegel ausgespült und die Masse in ein Glasgefäss übergespült. Die colorimetrische Vergleichung dieser Mischung geschieht, nachdem der Lösung 1 Ccm. Salzsäurelösung

(1:3) und 4 Ccm. Rhodanammoniumlösung (7,5:100) zugesetzt sind, mit einer gleichartig behandelten Lösung einer bekannten Fe-Menge in einem zweiten gleichgrossen Glasgefässe.

Diese Methode ist für klinische Zwecke vom Autor im Detail ausgearbeitet worden und die hierzu nöthigen Apparate etc. werden in compendiöser Zusammenstellung als Ferrometer von *Reichert* in Wien geliefert (Fig. 14).

Fig. 14.



Ferrometer von *Reichert*.

Der Hb-Gehalt wird aus dem Eisengehalt in Procenten nach der Formel $\frac{100\,m}{0,42}$ berechnet, wobei m die procentische Eisenmenge bedeutet.

Untersuchungen am Blutserum.

Die Gewinnung von Blutserum geschieht:

1. Durch Gerinnenlassen des Blutes, wobei sich das Serum von dem rothen Blutkuchen abscheidet. Um grössere Mengen von Serum zu gewinnen, muss man durch Aderlass oder besser durch Venaesection (s. o.) Blut aus der Vene entnehmen und in einem Standgefässe auffangen.

Einzelne Tropfen erhält man schon bei Auffangen einiger Decigramm Blut in den erwähnten Glascapillaren, aus denen man nach Abbrechen der Enden das klare, abgeschiedene Serum abfliessen lassen kann.

2. **Erhält man Serum durch Centrifugiren frisch ausgeflossenen Blutes**, wobei aber eine tadellos laufende Centrifuge Bedingung ist, da bei stossenden oder rüttelnden Bewegungen des Apparates stets Hämoglobin in das Serum übertritt (Fig. 15).

3. **Kann man durch Sedimentirung Serum gewinnen**, indem man zu dem ausfliessenden Blute Stoffe hinzusetzt, welche die Gerinnung verhindern, so dass sich die Masse der rothen Blutkörperchen zu Boden senkt und das Serum eine scharf abgesetzte Schicht darüber bildet. Zu diesem Zwecke empfiehlt sich, pro Cubikcentimeter Blut 0,002 Natriumoxalat in Pulverform hinzuzusetzen, am besten in der Weise, dass man das Oxalatpulver in das sorgfältig getrocknete Glas, welches zum Auffangen des Blutes dient, vorher einstreut, resp. auf der Wand des Gefässes in der Längsrichtung vertheilt.

Fig. 15.



Blut-Centrifuge.

Am Blutserum ermittelt man, ebenso wie am ganzen Blute:

1. das **specifische Gewicht** nach einer der oben angegebenen Methoden. Dasselbe beträgt bei Gesunden 1028—1030;

oder 2. den **Trockenrückstand**. Beim Gesunden 10,0—10,5%;

oder 3. den **Stickstoffgehalt**. Beim Gesunden 1,2—1,4%.

Volumbestimmung der rothen Blutkörperchen und des Serums.

Für viele Fragen der Hämatologie ist es von grosser Bedeutung, das Volumen der beiden hauptsächlichen Componenten des Blutes,

Fig. 16.



Hämatokrit *(von Gärtner)*.

nämlich der rothen Zellen einerseits und des Serum andererseits zu ermitteln. Zu diesem Zwecke dient:

1. der **Hämatokrit** nach *Hedin* oder *Gärtner* (Fig. 16).

Das Princip dieses Apparates ist, eine kleine Menge Blut mit einer Pipette anzusaugen, darauf mit Kaliumbichromat zu verdünnen und zu centrifugiren, worauf das Sedimentvolumen ohne weiteres abgelesen werden kann (Fig. 17).

2. Kann das Volumen der rothen Blutkörperchen dadurch bestimmt werden, dass man in der oben erwähnten Menge Natriumoxalat zusetzt, in einem graduirten Gefässe das Blut sedimentiren lässt *(Biernacki)*, worauf sich nach etwa 24 Stunden das Volumen ablesen lässt.

Auf demselben Princip beruht der Blutvoluminimeter von *E. Grawitz,* welcher ermöglicht, an kleinen Mengen Blut (ohne Venenpunction) schnell und einfach diese Bestimmung auszuführen.

Der kleine Apparat enthält in einem Kästchen cylindrische Glasröhrchen, welche vor dem Gebrauche in ein Glas mit Natriumoxalat in Pulverform mehrmals eingestochen werden, so dass die weissen

Fig. 17.



Centrifuge.

Krystalle des Salzes in dünner Schicht den Boden des horizontal gehaltenen Glasröhrchens bedecken.

In das so vorbereitete Glasröhrchen lässt man aus einem ergiebigen Schnitt in den Ohrzipfel schnell mehrere Tropfen Blut sich einsaugen, so dass die Säule des Blutes mindestens $^3/_4$ der Länge der Glasröhre erfüllt.

Nunmehr steckt man das Ende des Röhrchens, in welches das Blut eingetreten ist, in eine mit Wachs gefüllte kleine Hülse, stellt es vertical in eins der Stecklöcher auf der oberen Platte des Apparates (Fig. 18) und lässt das Blut 24 Stunden lang sedimentiren.

Nach dieser Zeit findet sich am Boden der Blutsäule eine kleine röthlich-weisse Oxalatschicht, darüber das rothe Blutsediment,

über diesem eine mehr oder weniger dünne graue Schicht von Leukocyten und darüber die Serum-Schicht.

Man stellt jetzt das in der Hülse befindliche Röhrchen an dem Rahmen mit der Scala ein, dreht die Scala so, dass der Nullpunkt genau an der Scheide zwischen Oxalat- und Blutschicht

Fig. 18.



Blutvoluminimeter (von *Grawitz*).

steht, und notirt die Höhe der ganzen Säule, sowie die Höhe des rothen Volumens, woraus man unschwer den Procentgehalt des Blutkörperchen-Volumens berechnet.

3. Auch durch ausgiebiges Centrifugiren des frisch ausgeflossenen Blutes ohne allen Zusatz kann man das Volumen der rothen Zellen bestimmen.

Blutgifte.

Als Blutgifte sind solche Stoffe zu bezeichnen, welche entweder zu einem vermehrten Untergange rother Blutkörperchen in der Circulation, respective in den Organen führen oder den Chemismus der Zellen in einer solchen Weise ändern, dass die Function derselben und zwar vornehmlich die Sauerstoffaufnahme und -Abgabe, gestört wird.

Die Zahl der Blutgifte ist überaus gross und trotzdem sind unsere Kenntnisse hierüber noch keineswegs als abgeschlossen zu betrachten, vielmehr ist mit Sicherheit anzunehmen, dass sich noch bei vielen krankhaften Zuständen die Wirksamkeit von Blutgiften in der Zukunft wird nachweisen lassen.

Diese Thatsache ist von grosser Wichtigkeit für die Erklärung der unter so ausserordentlich verschiedenen Umständen auftretenden anämischen Zustände, die man als häufigste Symptome bei den verschiedenartigsten Krankheiten antrifft und deren Deutung trotz dieser Häufigkeit zum Theil noch sehr unsicher ist.

Die Hauptschwierigkeit auf diesem Gebiete liegt darin, dass viele Blutgifte nach ihrer chemischen Constitution noch völlig unbekannt sind, und dass man nur aus ihren Folgeerscheinungen auf ihr Vorhandensein und Wirksamkeit schliessen kann.

So sind die Gifte, welche sich im menschlichen Körper selbst z. B. durch gesteigerte Eiweissfäulniss im Darme oder bei schweren parenchymatösen Lebererkrankungen bilden, nur erst ganz unvollkommen bekannt, obwohl wir ihre Giftwirkung auf das Blut deutlich beobachten können. Auch die intensiven Giftwirkungen bei vielen Infectionskrankheiten, welche auf die Stoffwechselproducte der verschiedenen Bakterien zurückgeführt werden, sind in Bezug auf die Giftstoffe selbst noch fast ganz dunkel, zumal bei vielen dieser Krankheiten, wie beim Scharlach, ein specifisches Bakterium bisher noch nicht gefunden worden ist.

Die Giftwirkung selbst äussert sich, wie erwähnt, erstens in vermehrtem Untergange der rothen Blutkörperchen, den wir durch verschiedenartige Untersuchungsmethoden an den rothen Blutkörperchen selbst verfolgen können.

Man findet beim Untergange der Zellen in der Circulation häufig fragmentirte, gespaltene oder ausgelaugte, d. h. ihres Hämoglobins beraubte Zellen, welche den directen Beweis für die Hämocytolyse liefern.

Gleichzeitig findet man unter diesen Verhältnissen stets einen Uebertritt von Hämoglobin in das Serum, welches dadurch rubinroth gefärbt erscheint — Hämoglobinämie.

Wo die Blutgifte weniger stürmisch einwirken, findet man an den rothen Zellen degenerative Veränderungen, wie Poikilocyten und körnige Degeneration. Von besonderer Wichtigkeit ist dabei die postmortale Untersuchung der Leber auf Eisen, welches bei gesteigertem Blutzerfalle beträchtlich vermehrt ist — hämatogene Siderose.

Bei Zählungen der rothen Zellen ergiebt sich naturgemäss eine Abnahme der Zahl derselben proportional der Intensität der Giftwirkung und demgemäss sinken auch der Hämoglobingehalt, das specifische Gewicht und die Trockenrückstände des ganzen Blutes, während das Serum keine besondere Aenderung, ausser dem erwähnten Hämoglobinübertritt, zu zeigen braucht.

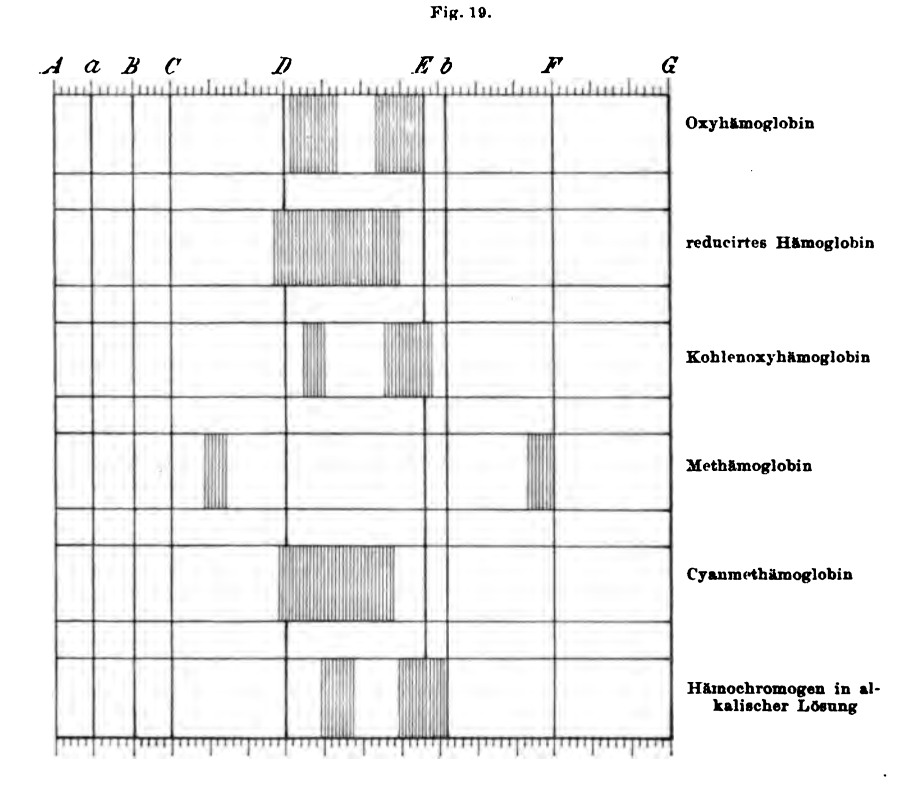
Es ist demnach die Wirksamkeit der zellzerstörenden Gifte im Blute durch eine Combination histologischer und chemisch-physikalischer Untersuchungsmethoden nachzuweisen.

Zu dieser Gruppe der Blutgifte gehören der Hauptsache nach — soweit klinische Verhältnisse in Frage kommen — die organischen Stoffe, welche im Körper selbst gebildet werden, z. B. auch die Gallensäuren, ferner die Gifte der Infectionskrankheiten, besonders der septischen Erkrankungen, ferner Giftstoffe der Morcheln, der Miessmuscheln, Schlangen- und Skorpiongifte, aber auch anorganische Gifte, wie Arsenwasserstoff und besonders das Blei. Eine eigenartige Stellung nehmen die neuerdings so lebhaft discutirten Transfusionen von heterogenem, d. h. einer andern Thierspecies entnommenem Blutserum ein, welche ebenfalls hämocytolytisch wirken.

Die Blutgifte von bekannter chemischer Zusammensetzung wirken zum Theil dadurch giftig, dass sie eine chemische Veränderung des Hämoglobin bewirken, wodurch dieses unfähig wird, den Sauerstoff-Gaswechsel in der Lunge und den Geweben zu leisten, zum Theil bewirken sie sowohl eine Aenderung des Chemismus des Blutfarbstoffes mit gleichzeitiger oder nachfolgender Auflösung der Zellen.

Das folgende Schema der Absorptionsspectra des Hämoglobin giebt eine Uebersicht über die Veränderungen des Blutrothes bei Einwirkung verschiedener Gifte (Fig. 19).

Fig. 19.



Als wichtigste Gifte dieser Gruppe sind anzusehen:

1. Stickoxyd und Kohlenoxyd können an Stelle des O_2 im Blute auftreten, doch hat das NO kein praktisches Interesse, um so mehr jedoch das Kohlenoxyd, welches im Kohlendunst und Leuchtgas enthalten ist und zu häufigen Vergiftungen Veranlassung giebt.

Das CO verdrängt O_2 im Blute und bildet eine feste Verbindung mit dem Hb, das Kohlenoxyd-Hämoglobin, doch tritt auch bei den schwersten Vergiftungen intra vitam niemals eine Sättigung des Blutes mit CO ein. Die rothen Blutkörperchen werden in ihrer Gestalt dabei nicht geändert, sie zerfallen auch nicht in der Blutbahn. Das Blut

nimmt bei CO-Vergiftungen im ganzen eine auffallend hellrothe Färbung an, welche es auch nach dem Tode beibehält. Die durch das CO mit Beschlag belegten rothen Blutkörperchen sind für den respiratorischen Gaswechsel völlig unbrauchbar geworden, und es erklärt sich hieraus die Schwere der Vergiftungserscheinungen bei einigermassen intensiver Einwirkung des Gases. Die Vergiftung ist demgemäss als eine innere Erstickung aufzufassen.

Die Diagnose der CO-Vergiftung ist häufig sehr leicht aus der auffällig hellrothen Beschaffenheit des Blutes zu stellen. Der sichere Nachweis des CO-Hb wird durch die spectral-analytische Untersuchung geliefert. Die Streifen des CO-Hb geben fast dasselbe Bild wie die des O_2-Hb, nur ist das Spectrum des CO-Hb ein wenig nach rechts von dem des O_2-Hb gerückt. Dieser Unterschied ist indes nicht so sehr in die Augen fallend, vielmehr zeichnet sich in charakteristischer Weise das Spectrum des CO-Hb dadurch aus, dass es sich bei Zusatz von reducirenden Mitteln nicht ändert, während das O_2-Hb unter den gleichen Bedingungen sein zweistreifiges Spectrum verliert und den breiten Streifen des reducirten Hb zeigt. Bei Zusatz von 10% Aetznatronlösung zeigt CO-Hb beim Erwärmen eine zinnoberrothe Färbung, während O_2-Hb bei gleicher Behandlung in eine schwarzbraune, grünliche Masse verwandelt wird.

2. Schwefelwasserstoff. Ob der H_2S selbst bei schweren Vergiftungen durch Einathmung des Gases in Laboratorien, Kloaken, Latrinen oder Dunggruben intra vitam eine Veränderung des Hb herbeiführt, ist nach *Kobert* bisher nicht sicher entschieden. Im Leichenblut ist dagegen diese Veränderung sehr deutlich nachweisbar und daher von erheblichem gerichtsärztlichen Interesse. Es bildet sich hier Schwefelmethämoglobin, auch Sulfomethämoglobin genannt, welches einen Absorptionsstreifen in Roth zeigt, ähnlich dem des Met-Hb und bei Zusatz von Schwefelammonium und Kalilauge in die Streifen des Hämochromogens übergeht.

Sulfomethämoglobin bildet sich beim Faulen jeder Leiche und verleiht derselben die grüne Färbung.

3. Blausäure. Vergiftungen mit Blausäure und Cyankali kommen theils aus selbstmörderischer Absicht, seltener durch versehentliches Eindringen der Gifte in Wunden und durch toxische Dosen von Bittermandelwasser in der Therapie vor.

Das Blut zeigt, besondere wenn es aus venösen Bezirken stammt, bei Blausäurevergiftungen eine auffallend hellrothe Färbung, welche auf folgenden eigenthümlichen Blutveränderungen beruht.

Von *Schönbein* wurde gezeigt, dass, während normale Blutkörperchen das Wasserstoffsuperoxyd sehr leicht in Wasser und Sauerstoff zersetzen, schon durch kleine Mengen von Blausäure diese Zersetzung aufgehoben wird und das Blut sich dunkelbraun färbt. *Schönbein* schloss hieraus, dass die Blutkörperchen durch die Blausäurevergiftung ihre physiologische Wirksamkeit einbüssen, und dass der Tod infolge gehemmter Respiration eintrete. Diese Annahme ist später durch exacte Stoffwechseluntersuchungen von *Geppert* bestätigt worden, welcher nachwies, dass durch die Anwesenheit von Blausäure die Gewebe die Fähigkeit verlieren, Sauerstoff zu binden und zu ver-

brauchen, dass somit eine innere Erstickung bei Vorhandensein von überschüssigem O_2 eintritt.

Bei der Bildung der auffällig hellrothen Todtenflecke bei mit Blausäure Vergifteten handelt es sich nach *Kobert* um Cyanmethämoglobin, welches sich aus dem in den Leichenflecken meist vorhandenen Met-Hb unter Einwirkung von CNH bildet (s. Tafel der Absorptionsspectra).

4. Gifte, welche im Blute Methämoglobin bilden, eine Modification des Hämoglobin, welche sich wesentlich dadurch auszeichnet, dass der Sauerstoff in derselben fester als im Oxyhämoglobin gebunden ist, so dass bei leichteren Vergiftungen der Gaswechsel nicht sehr stark leidet. Zu schweren Vergiftungen treten ausserdem Auflösungen der rothen Blutkörperchen mit Methämoglobinämie, Methämoglobinurie und sonstigen Folgeerscheinungen auf. Die Farbe des Methämoglobin ist sepiabraun.

Von diesen Giften sind als wichtigste zu nennen: das chlorsaure Kali, Pyrogallol und Pyrogallussäure, Nitrobenzol, Chromsäure, Anilin und seine Verbindungen, z. B. Acetanilid (Antifebrin), Phenacetin, Phenocoll, Lactophenin u. a.

ZWEITER THEIL.

Mikroskopische Diagnostik

(mit Ausnahme der Bakteriologie).

Allgemeines.

Von Professor **v. Hansemann.**

Einleitung.

Die pathologische Anatomie ist von jeher als eine der wichtigsten Grundlagen für den praktischen Arzt betrachtet worden, und zwar deshalb, weil er durch sie nicht nur eine klare Vorstellung über die Diagnose sich bilden kann, sondern auch, weil er dadurch die Kenntnis gewinnt, was er heilen will und was überhaupt heilbar ist. Ein integrirender Theil der pathologischen Anatomie ist die pathologische Histologie. Diese aber geht über die Bedeutung einer propädeutischen Wissenschaft hinaus und tritt selbständig in den Dienst der Diagnose. Das betrifft das Gebiet, das man gewöhnlich als „Mikroskopie am Krankenbett" bezeichnet. Alles, was der Kranke irgendwie ausscheidet oder abstösst, oder was von ihm durch explorative chirurgische Eingriffe entfernt wird, kann Gegenstand einer mikroskopischen Untersuchung werden zum Zwecke der Sicherung, der Erweiterung und der Correction der Diagnose.

Derjenige Arzt, der die genaueste Kenntnis der pathologischen Formen besitzt, wird auch die genaueste Diagnose stellen können, denn er vereinigt mit der Kenntnis des Verlaufes des Leidens und des momentanen Befundes die Fähigkeit, durch anatomische Betrachtung unmittelbar zu beobachten, was er sonst nur durch mühsame Deductionen aus zahlreichen, oft mehrdeutigen Symptomen erschliessen muss. Nichts ist z. B. einfacher, als einen destruirenden Process der Nieren zu diagnosticiren, wenn man den Harn in richtiger Weise mikroskopisch untersucht; nichts ist schwieriger, als ohne eine solche Untersuchung zu einem auch nur einigermassen zuverlässigen Resultat zu kommen.

Zu dieser mikroskopischen Diagnose aber gehört eine grosse Sachkenntnis und vor allem Uebung. Kein Lehrbuch, keine Unterweisung ist imstande, diese Uebung zu ersetzen. Wer am meisten selbst gesehen hat, wird auch am meisten auf diesem Gebiete wissen und leisten. Nicht Worte und nicht Bilder können diese Uebung ersetzen. Und nirgends gilt das „Selbst ist der Mann" mehr als auf dem Gebiete der Histologie. Die Untersuchung muss von Anfang an selbst vorgenommen werden, wenn sie das Ideal erreichen soll, d. h. es muss die Entnahme des Materials, die Anfertigung der mikroskopischen Präparate und die sachverständige Betrachtung derselben womöglich von einer und derselben Person vorgenommen werden.

Das geschieht nicht immer, ist auch nicht immer möglich und dadurch erleidet die Zuverlässigkeit und die Richtigkeit der Diagnose manchen Abbruch. Es fehlt zunächst der Betrachtung die genaue Anamnese. Auch der geübteste Histologe ist oft nicht imstande, eine richtige oder sichere Diagnose zu stellen, wenn er nicht die genaueste Kenntnis der Herkunft des Untersuchungsmaterials, des Alters und Berufs der Patienten, der Dauer der Krankheit, des Verlaufs derselben und ihrer Symptome besitzt. Das ist in weiteren ärztlichen Kreisen viel zu wenig bekannt, denn unendlich häufig werden Diagnosen von Fachhistologen verlangt, ohne dass solche anamnestische Angaben beigefügt werden, und die Enttäuschung ist dann nicht gering, wenn eine Diagnosenstellung abgelehnt wird oder die Diagnose unrichtig ausfällt.

Wenn man also den Patienten nicht selbst untersuchen kann, wenn man das Material zur mikroskopischen Untersuchung nicht selbst entnehmen kann, so muss man diese Mängel durch um so ausführlichere Daten aus der Geschichte des Materials ersetzt sehen. Zu der Geschichte des Materials gehört auch gewissermassen die Behandlung desselben bis zur mikroskopischen Untersuchung. Durch unrichtige Vorbehandlung kann ein Material zur weiteren Betrachtung vollständig ungeeignet gemacht, die Diagnose erschwert oder ganz vereitelt werden. Es genügt nicht, dass man eine allgemeine Kenntnis der Methoden besitzt und es ist auf der anderen Seite nicht nothwendig, dass man sich mit den verschiedenartigsten Methoden überladet, die mehr oder weniger alle demselben Zwecke dienen. Aber man muss genau im Auge behalten, in welcher Richtung jedesmal ein Object zu untersuchen ist und was vorläufig zu geschehen hat, um den zu beschreitenden Weg anzubahnen und durch eine vorangehende Manipulation nicht die Möglichkeit nachfolgender Methoden zu vereiteln. Gewisse Dinge können nur frisch untersucht werden. Sie werden durch jede Fixirungsmethode verändert oder zerstört, z. B. Amöben und Infusorien, trübe Schwellung u. a. Andere sind frisch besser zu sehen als fixirt und nur durch ganz bestimmte Methoden darstellbar, z. B. die fettigen Zustände, die im Alkohol verloren gehen. Eine grosse Zahl feinerer Details können erst nach Behandlung mit gewissen Farbstoffen nach bestimmter vorangegangener Fixirung gesehen werden. Aber viele dieser Details sind zur einfachen Diagnostik nicht nothwendig und kommen nur für specielle Untersuchungen in Betracht.

Die einzelnen Methoden, die in Frage kommen, werden wir weiter unten besprechen. Zunächst sollen nur einige allgemeine Gesichtspunkte gegeben werden.

Jede Untersuchung hat möglichst bald nach der Entnahme zu beginnen. Manche müssen sofort eingeleitet werden, noch bevor das Material die Körperwärme verloren hat. So sind z. B. die Amöben bei der Dysenterie so subtile Gebilde, dass sie nur unmittelbar nach der Entnahme gesehen werden können und später nur noch einige besonders resistente oder encystirte Individuen übrig bleiben. Wenn es darauf ankommt, Kerntheilungsfiguren zu sehen, so ist eine Fixirung so frühzeitig vorzunehmen, dass die Organstücke noch lebenswarm in die Fixirungsflüssigkeit kommen.

Flüssigkeiten, Blut, Exsudate, Secrete sind im allgemeinen so frisch wie möglich zu untersuchen. Darin suspendirte Zellelemente werden oft in unglaublich kurzer Zeit aufgelöst und verändert. Schon nach wenigen Stunden wimmelt es in solchen Flüssigkeiten von Bakterien, die sich an die Zellen anheften, ihre Form verändern und sie schliesslich auflösen. Manche Zellen, z. B. solche aus Geschwülsten, sind nicht selten an und für sich sehr hinfällig, so dass man nach einiger Zeit nur noch freie Kerne sieht, aus denen nichts mehr zu diagnosticiren ist. Viele Secrete gerinnen nach der Entnahme schon durch die Erkaltung, anderen haften nach der Erkaltung und durch die bakterielle Zersetzung cytolytische Eigenschaften an.

Den Flüssigkeiten fäulnishemmende Substanzen zuzusetzen, ersetzt die frische Untersuchung keineswegs. Denn diese Substanzen sind auch fast sämmtlich Zellgifte. Abgesehen von Carbol, Sublimat, Formalin etc., die alle die Zellen wesentlich beeinflussen, ist auch der Zusatz von Thymolkrystallen oder von Chloroform für die weitere histologische Betrachtung nicht gleichgiltig.

Flüssigkeiten gut zu fixiren, so dass die Zellelemente darin tadellos erhalten bleiben, ist nicht leicht. Es ist eine grosse Reihe von Methoden dazu angegeben worden. Die *Ehrlich*'sche Trockenmethode, die sich bei der Blutuntersuchung für eine bestimmte Richtung der Betrachtung so ausgezeichnet bewährt hat, erzeugt zahlreiche Kunstproducte an den Zellen, die schon häufig zu Missdeutungen Veranlassung gegeben haben. Will man die in einer Flüssigkeit suspendirten zelligen Elemente, auch Amöben, Parasiteneier etc., gut fixiren, so darf man es niemals zu einer Austrocknung kommen lassen. Der vorzunehmende Process ist aber dann ein ziemlich complicirter. Am meisten geeignet ist die Fixirung über Osmiumdämpfen. Ein Tropfen der Flüssigkeit wird auf einen sorgfältig mit absolutem Alkohol gereinigten Objectträger gebracht und nun umgekehrt, so dass der Tropfen am Objectträger hängt, den Osmiumdämpfen ausgesetzt. Das geschieht am besten, indem man in ein Schälchen eine 1—2%ige Osmiumsäurelösung giesst oder ein kleines Stückchen Osmiumsäure in Substanz hineinbringt. Darauf legt man den Objectträger mit den hängenden Tropfen und deckt das Ganze mit einer Glasschale zu, deren unterer Rand eingefettet auf eine untergelegte Glasplatte fest anschliesst. Darin lässt man das Präparat 1 bis 12 Stunden stehen, wobei man die Austrocknung, wenn man mit trockener Osmiumsäure arbeitet, noch durch Unterlegen eines Stückes angefeuchteten Fliesspapieres verhindern muss. Die nun folgenden Manipulationen müssen unter dem Deckglas mit grösster Vorsicht geschehen. Das Deckglas muss durch Wachs- oder Paraffinfüsschen an den Ecken gestützt werden. Man kann auch eine Wattefaser

oder ein vorher entfettetes Haar unterschieben. Wenn man verabsäumt, das Deckglas zu stützen, so drückt dasselbe die feinen einzelnen Zellen durch seine eigene Schwere entzwei. Die zuzusetzenden Flüssigkeiten werden an den Rand des Deckglases gebracht, indem man gleichzeitig mit Fliesspapier die überschüssige Flüssigkeit von der anderen Seite fortsaugt. Das hat aber äusserst langsam zu geschehen. Denn wenn der Strom nur ein wenig zu stark wird, so reisst er alle geformten Elemente unter dem Deckglas fort und man sieht nichts mehr. Zunächst muss die Osmiumsäure mit Wasser ausgespült werden. Man kann, wenn die Zellen durch die Osmiumsäure fixirt sind, dazu destillirtes Wasser nehmen, das sonst ein starkes Zellgift ist. Danach kann man Farblösung unterlaufen lassen, immer in schwächerer Concentration, als zur Färbung von Schnitten verwendet wird. Dann wird die Farbe mit Wasser, eventuell mit Spiritus ausgezogen und schliesslich etwas verdünntes Glycerin zugesetzt. Solche Präparate in Canadabalsam zu untersuchen, ist ungeeignet, da der Balsam schwer unter das Deckglas zu bringen ist und die Zahl der Manipulationen noch vermehrt wird. Jede Manipulation aber entfernt eine Anzahl der zu untersuchenden Elemente, auch wenn man noch so vorsichtig verfährt.

Diese umständliche Methode wird man nur anwenden, wenn eine besondere Indication vorliegt, die Präparate aufzuheben, sei es, dass man sie später noch anderweitig zu demonstriren gedenkt, oder dass man sie mit anderen Objecten vergleichen will, die nicht unmittelbar zur Stelle sind und vielleicht erst zu anderer Zeit gewonnen werden können. Ungeeignet zu solchen Fixirungen sind ferner alle Flüssigkeiten, die viel leicht gerinnbare Eiweisssubstanzen oder Mucin enthalten. Diese Substanzen erzeugen dann Niederschläge, die alles Uebrige verdecken.

In manchen Fällen, wenn es nicht auf die Conservirung der allerfeinsten Structuren ankommt, kann man die Trockenmethode anwenden, aber ohne Erhitzung. Diese Methode ist von mehreren Seiten auch für Blut angegeben worden. Man vertheilt in recht dünner Schicht die Flüssigkeit auf ein Deckglas, indem man es, wie *Ehrlich* angab, über ein zweites Deckglas lose herüberzieht. Dann lässt man an der Luft trocknen und legt die Deckgläser schwimmend, etwa eine Stunde, mit der Schichtseite nach unten, auf absoluten Alkohol oder eine concentrirte wässerige Sublimatlösung (circa 6%). Nun kann man die Deckgläser in Wasser abspülen, färben und in Canadabalsam einlegen. Durch das Abziehen der Deckgläser entstehen aber auch viele Kunstproducte, mit denen man zu rechnen hat.

Man kann Flüssigkeiten auch fixiren und schneiden. Das geschieht in der Weise, dass man zu dem Sediment der abgesetzten, centrifugirten und decantirten Flüssigkeit Osmiumsäure oder Sublimatlösung hinzusetzt. Diese wird dann in der Centrifuge ausgewaschen und so lange das Wasser erneuert, bis die Flüssigkeit rein wässerig geworden ist. Nun suspendirt man das Sediment in einer erwärmten Gelatinelösung und diese kann man nach ihrer Erstarrung wie ein Organstück behandeln. Man kann sie härten und in Paraffin oder Celloidin einbetten, schneiden und die Schnitte färben. Die Methode hat nur dann Zweck, wenn das Sediment so reichlich ist, dass man es in den Schnitten sicher und leicht wiederfindet.

Alle diese Methoden werden durch die frische Untersuchung übertroffen, nicht nur durch die Einfachheit und Schnelligkeit ihrer Ausführung, sondern auch durch die Vermeidung von Kunstproducten und Verlusten an Material.

Dasselbe gilt in modificirter Weise von den zu untersuchenden Gewebsstücken, die durch Operationen gewonnen sind oder auf natürlichem Wege abgestossen, ausgehustet, mit den Fäces oder dem Urin entleert werden. Die frische Untersuchung ist, wenn irgend möglich, zunächst vorzunehmen. Häufig führt dieselbe schon zu einer Diagnose. Nur in denjenigen Fällen ist davon abzusehen, wenn das gewonnene Material so geringfügig ist, dass es nicht getheilt werden kann. Unter keinen Umständen darf hierbei durch die frische Untersuchung das ganze Material verbraucht werden. Handelt es sich also um sehr kleine Stücke, so ist auf die frische Untersuchung zu verzichten und das Material gleich zu fixiren. Sind die Stücke aber so gross, dass sie eine Theilung zulassen, und haben sie von Natur die richtige Consistenz, so kann man die Theilung mit dem Doppelmesser vornehmen. Man bekommt dann zwei gleichgrosse Stücke des Materials und in der Mitte heraus einen feinen Schnitt zur frischen Untersuchung. Ist das Material noch grösser, so dass man ganze Stücke herausschneiden kann, so kann man diese mit dem Doppelmesser oder mit dem Gefriermikrotom bearbeiten und das übrige Material zur späteren Nachuntersuchung fixiren.

Die frische Untersuchung geschieht in gewöhnlichem Wasser oder in physiologischer Kochsalzlösung, nicht in destillirtem Wasser, das die Zellen schnell verändert. Später kann man je nach Bedarf Zusätze machen, z. B. Essigsäure (2%), um die Kerne und elastischen Elemente deutlicher hervortreten zu lassen, Blut und Fibrin aufzulösen; oder Kalilauge (1%), um die Gewebe bis auf die ganz resistenten Bestandtheile aufzulösen, oder Jodjodkalium-Lösung (sog. *Lugol*'sche Lösung), um Reaction auf Amyloid vorzunehmen.* Mit dieser Jodlösung kann man auch Tanicin, Dextrin, Glykogen, Myelin, Corpora amylacea, Stärke, Cellulose, Cholesterin und verschiedene Proteinsubstanzen nachweisen. Von Farbstoffen kommen für die frische Untersuchung nur die Methoden der sogenannten vitalen Färbung in Betracht. Diese geschieht durch Zusatz einer wässerigen Lösung von *Ehrlich's* Neutralroth. Die Concentration richtet sich nach der Feinheit des Objectes und die Flüssigkeit darf immer nur eine hellrothe Farbe haben. Alle übrigen Färbemethoden werden nur auf fixirte Objecte angewandt.

Bei der Untersuchung fixirter Objecte werden häufig zwei Fehler gemacht, die man stets vermeiden sollte. Der erste beruht auf einer unzweckmässigen Sparsamkeit. Wenn die Objecte in eine Fixirungsflüssigkeit kommen, so kann diese nur richtig wirken, wenn sie eine bestimmte Concentration besitzt, z. B. Sublimat in concentrirter Lösung, Alkohol von 95% oder höher. Hat nun die Flüssigkeit nur etwa das zehnfache Volumen des Organstückes oder noch weniger, so wird sie durch das Einlegen des Organstückes, das gegen 90% Wasser enthält,

---

* Das Recept der *Lugol*'schen Lösung ist folgendes: Jod 1,0, Jodkalium 3,0, Wasser 60,0. Zum Gebrauch muss diese Lösung noch mit Wasser verdünnt werden, so dass sie hellbraun ist.

verdünnt und fixirt schlecht. So verwandelt ein 2 Ccm. grosses Organstück, in 20 Ccm. absoluten Alkohol gebracht, dieses in etwa 90% Spiritus. Daraus folgt, dass gute Fixirungen nur zu erhalten sind, wenn das zu fixirende Stück verschwindend klein zu der angewandten Flüssigkeitsmenge ist. Dasselbe kommt bei späteren Umbettungen in Betracht. Soll ein Stück entwässert werden, so muss es in eine Alkoholmenge kommen, die im Verhältnis zu seiner Grösse gleich unendlich ist. Soll der Alkohol durch Oel und dieses durch Xylol entfernt werden, so gilt immer wieder dasselbe.

Der zweite Fehler beruht auf einer schädlichen Ueberhastung. Gewisse Untersuchungen, die zu einem möglichst gesicherten Resultat führen sollen, sind nun einmal nicht über das Knie zu brechen. Darin muss man sich fügen. Die Einbettungsmethoden gebrauchen eine gewisse Minimalzeit. Kürzt man diese noch weiter ab, so wird die Untersuchung dadurch gefährdet. Nun kann es freilich zuweilen darauf ankommen, ein sehr schnelles Resultat zu bekommen. Das wird häufiger in bakteriologischen und chemischen Dingen in Frage stehen, als gerade bei histologischen. Aber es kommt doch zuweilen vor, dass ein schnelles Handeln von der Untersuchung abhängt. Auch äussere Gründe sind zuweilen dafür massgebend. Dann muss man natürlich auf eine sorgfältige Fixirung und Einbettung verzichten, wenn auch das Resultat ein weniger elegantes wird. Ist die frische Untersuchung aus den oben angeführten oder aus äusseren Gründen nicht angängig, so kann man Gefrierschnitte machen, diese in Alkohol fixiren und dann färben. Solche Schnitte können von frischem Material direct angefertigt werden. Man legt sie vom Messer in vorher gut aufgekochtes und wieder abgekühltes Wasser, da dadurch die Luftblasen entfernt werden. Solche Schnitte haben aber immer eine grosse Zahl von Kunstproducten an sich. Beim Gefrieren wird das Gewebe schon durch die Eiskrystalle stark auseinandergerissen. Beim Fixiren schrumpfen sie stark und unregelmässig. Die Oberfläche ist oft wenig eben und die Färbungen werden dann sehr ungleichmässig. Man kann dem Gefrierenlassen auch eine 24stündige Fixation in 10%iger Formalinlösung vorangehen lassen. Man erhält dann etwas bessere Resultate, die aber auch noch nicht fehlerfrei sind. Sehr feine Details wird man von der Gefriermethode unter keinen Umständen erwarten können.

Worin man nun das Material für die spätere Einbettung fixirt, ist im allgemeinen für die gewöhnliche Diagnose gleichgiltig. Nur wenige Specialuntersuchungen erfordern von vorneherein eine bestimmte Behandlung des Materials. Diese kommen aber ausschliesslich für anatomische Studien und nicht für die klinische Diagnostik in Betracht. Man fixire nie zu grosse Stücke, ausser wenn es sich direct darum handelt, grosse Uebersichtsschnitte zu machen. Im übrigen aber sind Stücke von höchstens 2 Ccm. reichlich gross. Man macht Stücke zu grossen Schnitten immer recht flach. Das hat alles den Zweck, dass die Flüssigkeiten schnell eindringen. Bei grossen, dicken Stücken werden die äusseren Schichten gut fixirt, während im Innern die Leichenerscheinungen eintreten, bis die Fixirungsflüssigkeit dorthin gelangt.

Zur Fixirung kommen für die gewöhnliche klinische Diagnostik wesentlich drei Flüssigkeiten in Betracht, das ist der starke Alkohol, das

Sublimat und das Formalin. Der Alkohol soll absolut, d. h. mehr als 98% sein. Dann wirkt er als wirkliches Fixirungs- und nicht nur als Härtungsmittel. Sublimat wird in concentrirter wässeriger Lösung (circa 6%) angewendet. Man stellt dieselbe in der Weise dar, dass man Sublimat in Ueberschuss in heissem destillirten Wasser löst und den Ueberschuss ausfallen lässt. Die Lösung bleibt auf den ausgefallenen Krystallen stehen, am besten in dunkler Flasche. Die Sublimatlösung hält sich nicht dauernd. Man muss sie also immer nach 14 Tagen bis 3 Wochen erneuern. Schädlich sind Zusätze von Alkohol oder Kochsalz, da solche Lösungen zu concentrirt werden und die Gewebe zu sehr härten. Im Sublimat dürfen die Stücke höchstens 2 Stunden bleiben. Man darf aber nur so grosse Stücke darin fixiren, dass sie auch nach 2 Stunden vollständig durchtränkt sind. Grössere Stücke gehören in Alkohol oder Formalin. Nach der Sublimatfixirung wird nicht gewässert, sondern nur oberflächlich abgespült. Dann kommen die Stücke in Spiritus, dem etwas Jodtinctur zugesetzt ist. Dadurch wird das Sublimat in das leichtlösliche Jodquecksilber übergeführt und gänzlich extrahirt. So lange sich der Jodalkohol noch entfärbt, ist noch Sublimat darin und bildet dann schwer zu entfernende Niederschläge. Formalin wird in 3—10%iger Lösung angewendet und hat den Vortheil, dass es leicht eindringt, also grössere Stücke darin fixirt werden können und dass man nachher von dem Material noch Gefrierschnitte anfertigen kann. Formalin fixirt aber die Zelldetails weniger zuverlässig und wo es auf die specielle Untersuchung solcher Datails ankommt, muss man auf die Formalinbehandlung verzichten.

Es versteht sich, dass unter speciellen Umständen auch alle die übrigen Fixirungsmethoden in Betracht kommen können, die zu diesen Zwecken angegeben sind. Es würde indessen hier zu weit führen, wollten wir in diese Details näher eindringen, die man in den bekannten technischen Lehrbüchern von *v. Kahlden*, *Schmorl*, *Rawitz*, *Friedländer-Ebert* etc. findet.

Zur Einbettung und Vorbereitung zum Schneiden empfiehlt es sich ebenfalls, sich auf einige wenige Methoden einzuüben. Man wird mit zweien derselben auskommen. Die Paraffinmethode dient zur Anfertigung dünner gleichmässiger Schnitte, die jedoch 1—1½ Qcm. nicht übersteigen. Die Celloidin- (resp. Photoxylin)-Methode dient zur Anfertigung grosser Uebersichtsschnitte.

Die Paraffinmethode geht bequem und schnell vor sich, wenn man den Apparat in Gang hat. Sie wird in vielfach modificirter Weise angegeben. Ich übe seit langer Zeit die folgende mit gutem Erfolg: Nach der Fixirung werden die Stücke in absoluten Alkohol gebracht, der mindestens einmal zu wechseln ist. Dann kommen sie successive in Origanonöl, Xylol, Xylol mit aufgelöstem Paraffin, reines Paraffin von circa 50° Schmelzpunkt. In jeder Flüssigkeit bleiben die Stücke bis zur vollständigen Durchtränkung. Grössere brauchen dazu bis zu 24 Stunden, kleine Probeexcisionen, Ausschabungen etc. sind oft schon nach 2 Stunden vollständig durchtränkt, so dass bei diesen die Zeit sehr abgekürzt werden kann. Beim Uebertragen aus einer Flüssigkeit in die andere müssen die Stücke auf Fliesspapier oder einem Handtuch abgetupft werden, damit die folgende Flüssigkeit durch die vor-

hergehende nicht unnöthig verunreinigt wird. Die Wahl des Paraffins ist für die spätere Schneidefähigkeit von grösster Bedeutung. Nimmt man zu hartes Paraffin oder steht der Paraffinthermostat aus irgend einem anderen Grunde zu hoch, so werden die Gewebe sehr hart, so hart, dass das Messer daran zerspringen kann. Das gilt besonders von Epidermis, glatter Musculatur, Leber und Blut. Das letzte ist für Paraffineinbettung überhaupt wenig zugänglich. Man vermeide daher, grössere Blutcoagula in Paraffin einzubetten, und säubere die Stücke thunlichst von anhaftendem Blut. Auch stark mit Blut gefüllte Gewebe betten sich schwer ein, z. B. hämorrhagische Lungeninfarcte, cavernöses Gewerbe, cyanotische Milz etc. *Benda* hat für solche Fälle eine Methode angegeben, die man auch generalisiren kann. Dieselbe besteht in der successiven Uebertragung in absoluten Alkohol, Oel, Benzin, Benzin mit Paraffin bei Zimmertemperatur gesättigt. Dann lässt man das Benzin von dem herausgenommenen Stück kurze Zeit verdunsten und legt dasselbe etwa 6 Stunden in Paraffin von 42° Schmelzpunkt. Das herausgenommene Stück wird dann in Blöcke von Paraffin von 58° Schmelzpunkt eingegossen. — Im Winter kann das Paraffin niedriger schmelzbar sein als im Sommer. Beim Ausgiessen in die Blöcke entstehen beim Abkühlen häufig Luftblasen. Meist rühren dieselben davon her, dass dem Paraffin durch mehrfaches Benutzen Xylol oder Benzin beigemischt ist. Aber auch neues Paraffin bildet solche Luftblasen oder zerspringt in feinste Theile durch krystallinische Umlagerung. Es muss dann noch einmal aufgelöst werden. Auch durch vorheriges Ueberhitzen kann es in einen mehr homogenen Zustand übergeführt werden.

Die Einbettung in Celloidin (resp. Photoxylin) ist zeitraubender, als die Paraffinmethode. Versucht man sie abzukürzen, so geschieht das immer auf Kosten der Vollkommenheit der Präparate. Photoxylin sieht wie Watte aus, es ist eine Art Schiessbaumwolle, und sehr feuergefährlich. Es muss ganz weiss sein uud löst sich ohne weiteres in Alkohol und Aether $\overline{aa}$, so dass man die verschiedensten Consistenzen der Lösung leicht erreichen kann. Es hat ausserdem den Vorzug, dass es sich weniger mitfärbt als Celloidin. Dieses wird, ich weiss nicht warum, wohl aus alter Gewohnheit, häufiger gebraucht, obwohl es umständlicher zu lösen ist. Man muss die käufliche Platte erst in ganz kleine Stückchen zerschneiden, was nur möglich ist, so lange dieselbe noch frisch ist. Die Platten trocknen schnell zu sehr hartem und zähem Material ein, so dass man gut thut, solche Platten in ungeschnittenem Zustande nicht lange aufzubewahren. Im übrigen ist die Behandlung mit beiden Substanzen identisch: Nachdem die Stücke in absolutem Alkohol vollständig entwässert sind, kommen sie in Alkohol und Aether zu gleichen Theilen. Darauf zunächst in eine Celloidinlösung von Glycerinconsistenz zwei bis drei Tage. Darauf ebensolang in eine Lösung von Syrupconsistenz. Grosse Stücke müssen länger in diesen Lösungen verweilen, bis zu 14 Tagen, ganze Augen und ähnlich schwer durchdringbare Objecte noch länger. Nach gründlicher Durchtränkung giesst man die Flüssigkeit mit dem Stück, das etwa 1—2 Cm. hoch davon bedeckt sein muss, in eine Schale, deren Deckel wohl den Staub abhält, aber nicht die Verdunstung verhindert. Darin verbleiben sie, bis die Masse die Consistenz mittleren Radirgummis angenommen hat.

Dann wird ein Block mit dem Stück herausgeschnitten und vermittelst dicker Celloidinlösung auf ein Stück Holz oder besser noch Stabilit geklebt. Nachdem das Präparat etwa $^1/_2$ Stunde frei an der Luft gestanden hat, kommt es in 70—80%igen Spiritus auf etwa 24 Stunden und ist dann schnittfertig.

Für kleinere Stücke habe ich eine Schnelleinbettungsmethode als sehr praktisch erprobt, die bei *Schmorl* angegeben ist. Die Stücke kommen:

1. in absoluten Alkohol, einmal wechseln. 1—$1^1/_2$ Stunde (das Präparat auf Watte legen).

2. in Anilinöl in verschlossenem Gefässe, circa 1 Stunde in den Paraffinofen stellen;

3. in Xylol, wechseln bis absolut keine Gelbfärbung mehr eintritt, circa $1^1/_2$ Stunden;

4. in Paraffin bei 52° einmal wechseln, circa 2 Stunden.

Vor der Anfertigung des Paraffin- oder Celloidinblocks ist die Orientirung des Stückes vorzunehmen. Diese ist von der grössten Bedeutung für die spätere Schnittführung und die Diagnose. Es werden hierin nicht selten die grössten Fehler begangen und die Diagnose dann ganz unmöglich gemacht. Alle Organstücke, die nicht gleichmässig gebaut sind, müssen senkrecht zur Oberfläche, respective zur Unterlage geschnitten werden, also Epidermis und Schleimhäute quer, Geschwülste senkrecht zur Basis, Niere senkrecht zur Oberfläche etc. Diese Orientirung ist vor Beginn der ganzen Einbettungsmethode festzustellen und die Form des Stückes wohl zu merken, eventuell mit Hilfe eines Präparirmikroskopes. Sind die Stücke einmal in Oel oder Xylol, so ist die Orientirung oft schwer oder unmöglich, da sich dann die freie Oberfläche nicht mehr von den übrigen Seiten scharf unterscheiden lässt.

Celloidin- und Photoxylinschnitte werden vom Mikrotommesser in Spiritus gebracht und dann in Schälchen gefärbt. Paraffinschnitte müssen auf die Objectträger aufgeklebt werden und werden dann mit diesen in die Farblösungen eingetaucht, am besten stehend, damit eventuelle Farbstoffniederschläge nicht auf die Präparate fallen. Das Aufkleben geschieht durch verschiedene Methoden, von denen ich hier zwei anführe. Für alle ist die Vorbedingung, dass die Objectträger gründlich gereinigt werden, nicht nur von dem groben Staub, sondern besonders von der feinen Fettschicht, die fast allen diesen Gläsern anhaftet durch das Anfassen bei der Bearbeitung. Diese Reinigung geschieht durch Abwischen mit Alkohol. Zum Aufkleben benutzt man das von der Neapeler zoologischen Station zuerst empfohlene Eiweissglycerin. Eiweiss wird vom Eigelb getrennt und etwas geschlagen. Nachdem man es eine Stunde hat abstehen lassen, wird es filtrirt und nun mit der gleichen Menge Glycerin vermischt. Wenn man dieser Mischung etwas Kampher zusetzt, so kann man sie lange unverändert aufheben. Zum Gebrauche wird ein ganz kleiner Tropfen auf den Objectträger gebracht und mit der Fingerkuppe sorgfältig verrieben. Der mit dem Pinsel ausgebreitete Schnitt wird auf den so behandelten Objectträger übertragen und mit dem Finger vorsichtig angedrückt. Dann erwärmt

man den Objectträger bis zum Schmelzen des Paraffins entweder kurze Zeit über dem Bunsenbrenner oder einige Stunden im Paraffinofen. Die andere Aufklebungsmethode besteht darin, dass man einen Tropfen destillirtes Wasser auf den Objectträger bringt und darauf den Schnitt schwimmen lässt. Er breitet sich sehr leicht und glatt darauf aus. Lässt man nun das Wasser verdunsten, so legt sich der Schnitt so fest an das Glas an, dass er vollkommen haftet. Die Methode ist einfacher als die Glycerin-Eiweissmethode, aber nicht ganz so zuverlässig.

Man sollte sich daran gewöhnen, nicht mehr als ein Präparat auf einen Objectträger zu bringen, und zwar stets in die Mitte desselben. Die Gewohnheit, die Präparate excentrisch aufzulegen, oder aus falscher Sparsamkeit zwei Präparate an beide Enden des Objectträgers zu bringen, ist unordentlich und unästhetisch. Es hat auch den Nachtheil, dass man leicht das eine Präparat zerdrückt, während man das andere betrachtet.

Nun schreitet man zur Färbung. Ein Blick in die technischen Lehrbücher genügt, um zu zeigen, dass es eine grosse Menge von Färbemethoden giebt, die zum Theil ganz identisch wirken, zum Theil aber ganz bestimmte Zwecke verfolgen. Die Fibrinfärbung, die Markscheidenfärbung, die Färbung der elastischen Fasern — alle drei von *Weigert* angegeben und später mehrfach modificirt — dienen z. B. solchen specifischen Zwecken. Diese und andere solche Methoden werden für die einfache Diagnose nicht häufig in Frage kommen, sondern nur bei besonderen Untersuchungen gebraucht werden. Für gewöhnlich reichen die Färbungen aus, die den Zweck haben, Kerne und Protoplasma mit seinen Derivaten distinct hervorzubringen. Nichts ist für die Untersuchung verkehrter als eine isolirte Färbung eines dieser Theile. Sind die Kerne allein gefärbt, so ist man nicht imstande, die Form der Zellen zu sehen, und färbt man allein das Protoplasma oder seine Derivate, so entsteht ein diffuser Zustand der Präparate, der jedes deutliche Sehen ausschliesst. Welcher Farbstoffe man sich bedient, ist ziemlich gleichgiltig, wenn man nur die eben genannten Postulate erfüllt. Die alkalischen und neutralen Anilinfarben besitzen ebenso wie das Hämatoxylin eine besondere Affinität zu den Kernen, die saueren Anilinfarben eine solche zum Protoplasma. Man kann also als Kernfärbungsmittel das *Böhmer*sche Hämatoxylin benutzen oder auch Gentianaviolett, Methylenblau, Methylviolett, Bismarckbraun, Saffranin u. a., als Protoplasmafärbung Eosin, Aurantia, Säurefuchsin etc. Man wird sich zur einfachen Diagnosenstellung auch hier wieder auf wenige Methoden beschränken, die man kurz zur Hand hat und die schnell zum Ziel führen. Ich empfehle dazu die Hämatoxylin-Eosinmethode und die *van Gieson*'sche Methode. Zu beiden bedarf man einer Hämatoxylin-Alaunlösung. Dieselbe wird in folgender Weise hergestellt:

In eine geringe Menge von absolutem Alkohol werden so viel Hämatoxylinkrystalle gebracht, dass nach häufigem Schütteln und nach einigen Stunden noch ungelöste Krystalle übrig sind. Von dieser Lösung wird einer 1%igen wässerigen Alaunlösung so viel zugesetzt, bis eine hellblaue Farbe entsteht. Diese Mischung lässt man in offener Flasche am Licht, aber nicht in der Sonne, stehen, bis die Farbe dunkelblau geworden ist. Die Färbbarkeit dieser Flüssigkeit nimmt zu mit

der Zeit, bis sie ein Maximum erreicht hat, was ungefähr nach 14 Tagen bis 3 Wochen eingetreten ist. Wenn man aber auch die Lösungen immer auf dieselbe Weise herstellt, so wird man doch nicht immer dieselbe Färbekraft erzielen. Man muss also seine Lösung kennen und wissen, was sie leistet. Vor dem Gebrauch ist die Lösung zu filtriren, da sich Niederschläge darin bilden, auch Bakterien darin wachsen können. Wenn nach Monaten die Färbekraft abnimmt, so muss man eine neue Lösung herstellen. Die Färbung wird am schönsten, wenn man zum Gebrauch die Lösung soweit verdünnt, dass sie erst nach 24stündiger Einwirkung ein gutes Resultat giebt. Dazu ist nicht immer die Zeit und man kann die Verdünnung so normiren, dass man je nach Bedarf in 5 Minuten bis zu $^1/_2$ Stunde und darüber gebraucht. Zahlengemässe Angaben lassen sich darüber nicht machen wegen der individuellen Variabilität der Lösung. Will man sofort brauchbare Lösungen haben, so kann man nach Vorschrift von *Hansen* auf 200 Ccm. Hämatoxylinlösung 2 Ccm. einer bei Zimmertemperatur concentrirt hergestellten Lösung von Kalium hypermanganicum zusetzen und bis zum Aufkochen erhitzen. Ich finde, dass solche Lösungen sich weniger gut halten. Sehr brauchbar aber ist die ebenfalls sofort brauchbare Lösung von Hämatein statt des Hämatoxylins.

Hat man überfärbt, so ist das Präparat noch nicht verloren. Man kann dann differenziren mit salzsaurem (1%) Alkohol, auch mit Pikrinsäure. Letztere giebt gleichzeitig eine Doppelfärbung. Die Salzsäure muss sehr sorgfältig ausgewaschen werden, da sonst die Färbung nach Wochen und Monaten vollständig verschwindet.

Die Gegenfärbung mit Eosin geschieht am besten getrennt von der Kernfärbung. Es sind zu diesem Zwecke auch Gemische angegeben worden, die gleichzeitig die Doppelfärbung hervorbringen, aber weniger zuverlässig sind. Man benützt wässerige oder alkoholische Lösungen von Eosin (es giebt wasserlösliches und alkohollösliches Eosin), beide sind gleich gut. Man hält in Vorrath eine concentrirte Lösung, die man beim Gebrauch nach Bedürfnis verdünnt. Auch hier ist eine langsame Färbung mit dünner Lösung einer schnellen mit concentrirter vorzuziehen.

Man erhält durch richtiges Entfärben mit Spiritus die verschiedensten Abstufungen der Eosinfärbung für die einzelnen Gewebsbestandtheile, eine Differenzirung, die sich durch einige Uebung schnell erlernen lässt.

Die *van Gieson*'sche Färbung beginnt ebenfalls mit einer Hämatoxylinfärbung. Da die spätere Behandlung das Hämatoxylin zum Theil auszieht, so muss man überfärben. Nach gründlichem Abspülen im destillirtem Wasser kommen die Schnitte in ein Säurefuchsin (Rubin-S) — Pikrinsäuregemisch. Dieses stellt man her, indem man zu einer gesättigten wässerigen Pikrinsäurelösung so viel gesättigte wässerige Säurefuchsinlösung zusetzt, bis eine tiefrothe Farbe entstanden ist. Hierin wird 1 bis 5 Minuten gefärbt, in Wasser abgespült und in Alkohol differenzirt. Da hierdurch leicht zu viel Pikrinfärbung extrahirt wird, so thut man gut, dem Alkohol etwas Pikrinsäure zuzusetzen.

Die *van Gieson*'sche Methode hat den Vortheil, dass sie alle Derivate des Protoplasmas, besonders schön zur Anschauung bringt, Fibrillen,

Intercellularsubstanz, Secrete, Amyloid etc. Aber sie zeigt die Zellen selbst und deren Kerne weniger schön und in ihren Feinheiten differenzirt, als manche andere Methode.

Die Einbettung erfolgt bei allen Methoden nach der üblichen Weise, indem man die Präparate durch absoluten Alkohol und Oel geben lässt, in Canadabalsam.

Wenn man nun an die Betrachtung der Präparate geht, so ist es rathsam, auch hierbei methodisch zu verfahren, indem man mit schwachen Vergrösserungen anfängt und zu stärkeren übergeht. Wenn man gleich oder ausschliesslich mit starken Vergrösserungen vorgeht, so verliert man die Uebersicht über die Präparate und lernt dieselben auf diese Weise nicht genügend kennen.

Nach diesen allgemeinen Vorbesprechungen gehen wir zu den speciellen Untersuchungen über.

Die mikroskopische Untersuchung des Harns.

Von Dr. **M. Klopstock.**

Entnahme des Harns.

Der Harn, welcher einer histologischen Untersuchung unterzogen werden soll, muss in einer sauberen, mit heissem Wasser ausgespülten Flasche aufgefangen werden. Es ist zu vermeiden, dass zufällige Beimengungen, wie Sputum, Fäces, Pflanzen- und Wollfasern, Amylumkörner etc., welche die Untersuchung ausserordentlich stören können, in den Harn hineingelangen. Katheterharn ist nur in besonderen Fällen erforderlich, so bei Frauen, welche menstruiren oder an Fluor leiden. Auch im letzteren Falle genügt es meist, wenn der Harn nach gründlicher Säuberung der äusseren Genitalien und Ausspülung der Vagina entleert wird.

Es empfiehlt sich, den Urin möglichst frisch zu untersuchen; ist dies aus irgend einem Grunde nicht möglich, so kann man durch Zusatz einiger Thymolkrystalle oder weniger Tropfen Chloroform seine Zersetzung, die besonders im Sommer oft schnell eintritt, verhüten.

Allgemeine Eigenschaften des Sediments.

Lässt man ein Gefäss mit Harn einige Zeit ruhig stehen, so bildet sich, auch im normalen Urin, eine grauweissliche, wolkige Trübung, die sogenannte Nubecula, welche zunächst inmitten der Flüssigkeit schwebt, um sich dann ganz allmählich zu Boden zu senken. Im Frauenharn erscheint die Nubecula infolge ihres grösseren Gehalts an Epithelien aus den äusseren Genitalien gewöhnlich dichter als im Urin des Mannes.

Ist der Harn reicher an Formelementen, so sammeln sich dieselben nach und nach am Boden des Gefässes an und bilden ein mehr oder weniger reichliches Depot von wechselndem Aussehen, das man als Sediment bezeichnet.

Wenn auch das makroskopische Verhalten des Sediments nicht ohne weiteres auf seine Zusammensetzung schliessen lässt, so kann man doch daraus nicht selten Anhaltspunkte für die fernere Untersuchung gewinnen.

Zunächst ist die Art und Weise zu beachteu, wie der Harn sedimentirt: bildet der Urin nach kurzem Stehen einen Bodensatz und wird dabei selbst ganz klar, so sind gewöhnlich amorphe oder krystallinische Salze der Hauptbestandtheil des Niederschlages. In anderen Fällen beobachtet man, dass sich nur ganz allmählich ein Sediment absetzt, ohne dass der Harn sich vollkommen klärt; häufig ist dann Eiter die Ursache der Trübung. Und schliesslich, bleibt der Urin auch nach längerem Stehen trübe und bildet nur einen ganz geringen oder überhaupt keinen Bodensatz, so sind es Bakterien, welche die Trübung veranlassen. Schüttelt man einen solchen Harn, so zeigt sich innerhalb der getrübten Flüssigkeit eine charakteristische wellenförmige Bewegung.

Natürlich entspricht nicht jeder Harn einer der geschilderten Typen. Die wechselvolle Zusammensetzung, welche das Sediment zeigen kann, giebt vielmehr zu mannigfachen Combinationen Veranlassung.

In zweiter Linie verdient die Menge des ausgeschiedenen Sediments Beachtung.

Weiterhin kommt in Betracht, ob der Bodensatz leicht oder schwer beweglich, ob seine Consistenz pulverförmig, körnig, flockig, schleimig oder fadenziehend ist. Oft ist er vollkommen homogen, in anderen Fällen erscheint er deutlich geschichtet. In einem Eiterharn zum Beispiel, welcher gleichzeitig ungelöste Salze enthält, fallen diese, weil specifisch schwerer, zuerst zu Boden, während sich die specifisch leichteren Eiterzellen in einer mehr oder weniger scharf getrennten, darüber liegenden Schicht ansammeln. Diese Formation des Sediments ist um so beachtenswerther, als man zu diagnostischen Irrthümern kommen kann, wenn man nicht alle makroskopisch differenten Schichten unter das Mikroskop bringt. Wie oft die Farbe des Niederschlages auf seine Zusammensetzung hinweist, wird die specielle Beschreibung der einzelnen Formelemente erweisen.

Bei der Inspection des Harnes ist ferner darauf zu achten, ob grössere Partikel darin suspendirt sind. Dieselben können im trüben Urin, besonders wenn er Blut und Eiter enthält, leicht übersehen werden. Um dies zu vermeiden, giesst man derartigen Harn am besten in eine flache Schale aus, in der man ihn bequem durchmustern kann. Man fischt die Partikel heraus und bringt sie gesondert zur Untersuchung. In Betracht kommen neben Blut- und Fibringerinnseln Conglomerate von Eiter- und Blutzellen, Gewebstrümmern, sowie Concremente.

Der makroskopischen Betrachtung des Sediments folgt die histologische Untersuchung.

Gewinnung des Sediments zur mikroskopischen Untersuchung.

Wenn man ein Bild von den im Harn befindlichen Formelementen gewinnen will, genügt es nicht, einen beliebigen Tropfen des Urins zum Untersuchungsobject zu machen, man muss vielmehr versuchen, seine morphotischen Bestandtheile zu isoliren und auf einen möglichst geringen Raum zu concentriren. Zur Erreichung dieses Zieles stehen mehrere Methoden zur Verfügung. Lässt man den Harn längere Zeit in einem Spitzglase ruhig stehen, so sinken allmählich die festen, ungelösten Bestandtheile zu Boden und bilden je nach der Menge, in welcher sie im Harn suspendirt sind, einen spärlichen oder reichlichen Niederschlag,

der sich in dem unteren, zugespitzten Ende des Glases ansammelt. Nachdem dann die über dem Sediment stehende Flüssigkeit möglichst vollständig decantirt ist, wird ein Tropfen desselben mittels Pipette zur Untersuchung entnommen.

Eine zweite Methode besteht darin, dass man eine möglichst grosse Menge des zu untersuchenden Urins durch ein angefeuchtetes Filter gehen lässt, wobei die Formelemente auf dem Filter zurückgehalten werden.

Beide Verfahren sind in den Hintergrund getreten, seitdem die zuerst von *Stenbeck* angegebene Centrifuge in die Praxis eingeführt worden ist. Ein kleines, nach unten sich verjüngendes Gläschen wird mit der Harnprobe gefüllt, in den Behälter einer Centrifuge gestellt und einige Minuten centrifugirt. Alsdann sammeln sich die ungelösten Bestandtheile im unteren spitzen Ende des Centrifugirröhrchens an. Die darüber stehende Flüssigkeit wird unter möglichst schnellem Umdrehen des Gläschens abgegossen. Allmähliches Ausgiessen ist zu vermeiden, weil sich dabei das Sediment wieder leicht mit der Flüssigkeit vermischt.

Die Vortheile des Centrifugirens gegenüber den beiden anderen Methoden sind leicht ersichtlich. Beim Sedimentiren im Spitzglase bekommt man bei Harnen, welche nur wenig Formelemente enthalten, kaum einen Niederschlag, während die Centrifuge noch ein leicht zu verarbeitendes Sediment liefert. Hierzu kommt, dass man bei Benutzung der Centrifuge den Harn nicht stundenlang stehen zu lassen braucht, wodurch leicht Zersetzungen desselben und damit Veränderungen der darin enthaltenen Formelemente eintreten. So ist zum Beispiel bekannt, dass Cylinder im alkalischen Harn zerstört werden und auch im stark sauren Urin nach einiger Zeit durch Pepsinverdauung der Auflösung verfallen können.

Ist das Sediment auf die eine oder andere Weise gewonnen, so entnimmt man mit einer Pipette einen kleinen Tropfen desselben, bringt ihn auf einen Objectträger und bedeckt ihn, ohne dabei einen besonderen Druck auszuüben, mit einem Deckglase. Die etwa unter dem Deckglase hervordringende Flüssigkeit darf nicht durch Absaugen mittels Fliesspapier entfernt werden, weil dadurch leicht Formelemente aus dem Bereiche des Deckglases fortgeschwemmt werden können. Die mikroskopische Untersuchung wird alsdann bei 3—400facher Vergrösserung vorgenommen. Wie immer bei ungefärbten Objecten, bedient man sich auch hier nicht des Planspiegels, sondern des Hohlspiegels und schaltet den *Abbée*'schen Beleuchtungsapparat aus.

Will man Dauerpräparate gewinnen, so setzt man dem zu untersuchenden Tropfen des Sediments etwas Glycerin zu und umzieht das Deckglas mit Asphaltlack. Zur Conservirung des Sediments im Centrifugirröhrchen fügt man demselben nach der Decantirung eine circa 10%ige Formollösung hinzu. Cylinder und Epithelien kann man auf diese Weise ziemlich lange erhalten, während die salinischen Elemente schnell zugrunde gehen. Für letztere eignet sich eher der Zusatz von Chloroform. Ferner ist empfohlen worden, den Niederschlag mit gleichen Theilen einer Thymolglyceringelatine zu versetzen (Gelatin. alb., Glycerini aa. 50,0, Thymol. 0,5). Das in dieser Flüssigkeit suspendirte Sediment liefert Dauerpräparate, die recht haltbar sein sollen, wenn man

das Deckglas nach dem Eintrocknen der Gelatine mit Asphaltlack umzieht.

Eine Färbung des Harnsediments zur histologischen Untersuchung ist im allgemeinen nicht erforderlich. Es ist empfohlen worden, namentlich um das Auffinden von Cylindern zu erleichtern, den Niederschlag, nachdem er zur Entfernung gelöster Harnbestandtheile mehrmals mit physiologischer Kochsalzlösung gewaschen ist, mit sehr verdünnter (circa 1%) Methylenblau- oder Jodjodkalilösung oder mit gesättigter, wässeriger Pikrocarminlösung zu färben. Zur Gewinnung gefärbter Trockenpräparate ist folgende Methode angegeben worden: Man fixirt das Präparat in Formaldehyddämpfen, indem man es mit der bestrichenen Seite nach oben auf 5—10 Minuten in einen Exsiccator bringt, dessen Schwefelsäurenapf etwas Formol enthält. Dann folgen $^1/_4$stündige Färbung in gesättigter alkoholischer Lösung von Sudan III', Abspülung mit 70%igem Alkohol und Wasser, Nachfärben mit *Böhmer*schem Hämatoxylin oder mit Methylenblau, Wasserspülung und Einlegen in Glycerin oder Lävulosesyrup (Lävulose mit etwas Wasser anrühren und einen Tag im Brutschrank stehen lassen).

Sehr häufig bedarf es zur Identificirung amorpher und krystallinischer Salze der Anwendung einer mikrochemischen Reaction. Dieselbe wird in der Weise ausgeführt, dass man an den einen Rand des Deckglases einen Tropfen des betreffenden Reagens bringt und dasselbe durch ein Stückchen Fliesspapier, das man an die entgegengesetzte Kante des Deckglases anlegt, ansaugt.

Mikroskopische Untersuchung.

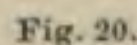
Das Harnsediment setzt sich aus nicht organisirten und organisirten Formelementen zusammen.

Die nicht organisirten Formelemente umfassen die aus dem Harn ausfallenden Salze, welche entweder in amorpher oder krystallinischer Gestalt im Sediment erscheinen.

Von einer Eintheilung der Salze nach der Reaction des Urins, bei welcher sie im Sediment gefunden zu werden pflegen, soll Abstand genommen werden, weil die meisten sowohl im Niederschlag des sauren und amphoteren als auch des alkalischen Harns angetroffen werden können. Die Harnsäure z. B. findet sich vornehmlich bei saurer, phosphorsaure Ammoniak-Magnesia besonders bei alkalischer Reaction des Urins; trotzdem können beide zusammen bei alkalischer Reaction auftreten, wenn im Beginne der alkalischen Gährung die Harnsäurekrystalle noch nicht vollkommen aufgelöst sind, während Tripelphosphate bereits ausfallen. Es soll bei der Schilderung der einzelnen Salze bemerkt werden, bei welcher Reaction sie vorzukommen pflegen.

Harnsäure (Fig. 20). Die Harnsäurekrystalle finden sich hauptsächlich im Niederschlage des sauren Harnes, seltener im amphoteren und nur unter besonderen Verhältnissen im alkalischen Urin. Sie treten bald vereinzelt auf, bald fallen sie in grosser Menge aus und haften dann oft fest am Boden und den Wänden des Harngefässes, meist schon makroskopisch an ihrem krystallinischen Aussehen und ihrer gelben oder rothbraunen Farbe leicht erkennbar.

Auch im mikroskopischen Präparate erscheinen die Harnsäurekrystalle fast stets braun oder gelb gefärbt, nur selten sieht man sie farblos. In Form und Grösse bieten sie ein recht vielgestaltiges Bild dar. Bald treten sie in Gestalt von Wetzsteinen auf, bald in Form von Spindeln, die, sich aneinander lagernd und kreuzend, Drusen und Rosetten darstellen, bald bilden sie sechsseitige Tafeln oder zeigen Tonnen- und Fassform. Daneben finden sich spiess- und nadelförmige Gebilde, welche garbenbündelartig oder zu Büscheln angeordnet sind. Seltener sieht man Hantel- und Sanduhrformen. Alle diese mannigfachen Krystallformen, welche nicht selten nebeneinander vorkommen, lassen sich im wesentlichen auf eine gemeinsame Grundform, die rhombische Tafel, zurückführen. Runden sich zwei gegenüberliegende Winkel der Tafel ab, so entwickelt sich die Wetzsteinform; sind dieselben durch senkrechte Linien abgeschnitten, erhält man die sechsseitige Tafel; durch


Fig. 20.



Harnsäure.

spitzwinklige Ausziehung der Ecken entstehen die nadelförmigen, beziehungsweise spiessartigen Gebilde. Ueberschichtung und Aneinanderlagerung von Krystallen führt zur Bildung der Tonnen- und Fassform.

Die Harnsäurekrystalle sind meist ohne weiteres an ihrer Farbe, welche sie den beim Ausfallen mitgerissenen Harnfarbstoffen verdanken, erkennbar. Die farblosen 4—6seitigen Tafeln, zu welchen die Harnsäure krystallisiren kann, erinnern an Cystinkrystalle, von denen sie jedoch leicht durch ihr chemisches Verhalten zu unterscheiden sind.

Mikrochemische Reactionen: 1. Die Harnsäure giebt die Murexidprobe. 2. Lässt man unter dem Deckglase etwas Natronlauge zufliessen, so lösen sich die Harnsäurekrystalle auf, um nach Zusatz von HCl wieder auszufallen.

Amorphe harnsaure Salze, Urate (Fig. 21). Dieselben setzen sich aus saurem harnsauren Natrium, Kalium, Calcium und Magnesium zusammen und sind ein Sediment des sauren Harnes. Makroskopisch

erscheinen sie als lehmfarbener, gelber oder ziegelrother Niederschlag, der sich aus concentrirten, sauren Harnen und beim Erkalten des Urins oft in grossen Massen niederschlägt (Sedimentum lateritium). Seine Färbung verdankt dieses Sediment dem normalen Farbstoff des Harns, welchen die Urate gleich der Harnsäure beim Ausfallen mit sich reissen.

Unter dem Mikroskop zeigen sie sich als kleine, amorphe, bräunlichgelb gefärbte, seltener farblose Körnchen, die gewöhnlich in kleineren oder grösseren moosartigen Häufchen zusammenliegen und oft in so dichten Massen auftreten, dass sie das ganze Gesichtsfeld vollkommen ausfüllen und alle anderen Formelemente verdecken. Um diese sichtbar zu machen, muss man dann die Urate erst zur Auflösung bringen. Dies geschieht am einfachsten, indem man das Centrifugirröhrchen, welches das Sediment enthält, mit warmem Wasser füllt, die

Fig. 21.



a Uratcylinder, *b* Neutraler phosphorsaurer Kalk.

Urate unter Schütteln auflöst und sofort, ehe sie beim Erkalten des Wassers wieder ausfallen können, von neuem centrifugirt. Mitunter bilden die Urate eigenthümliche cylindrische Formen, Uratcylinder (Fig. 21), welche nicht mit granulirten Cylindern verwechselt werden dürfen; nicht selten sieht man sie auf Epithelien und echten Cylindern aufgelagert.

Folgende mikrochemische Reactionen charakterisiren die Urate:

1. Sie lösen sich beim Erwärmen auf und scheiden sich beim Erkalten wiederum aus.

2. Sie lösen sich auf Zusatz von Salzsäure oder Essigsäure auf, aus der Lösung fallen nach einiger Zeit Harnsäurekrystalle meist in Form rhombischer Tafeln aus.

3. Die Murexidprobe ist positiv.

Saures, harnsaures Ammon (Ammoniumurat, Fig. 22). Das Ammoniumurat ist das einzige harnsaure Salz, welches im Sediment des alkalischen Harns angetroffen wird. Im neutralen und sauren Urin begegnet man ihm ziemlich häufig bei Kindern, besonders Neugeborenen und Säuglingen, sehr viel seltener bei Erwachsenen.

Die makroskopische Betrachtung eines Sediments lässt das Vorhandensein von harnsaurem Ammon nicht vermuthen. Sehr charakteristisch sind dagegen die Formen, in denen dasselbe im mikroskopischen Bilde zu Gesicht kommt. Meist erscheint es in Gestalt braungelb gefärbter Kugeln, welche einzeln, paarweise oder auch zu grösseren Haufen vereint liegen können. Diese Kugeln zeigen häufig Stacheln ähnliche Fortsätze, welche je nach Grösse und Anzahl den Krystallen ein mannigfaches Aussehen verleihen. So entstehen Krystalle von Stechapfel-, Morgenstern-, Milben- und Rübenform. Allen diesen Bildungen

Fig. 22.



Ammoniumurat.

gemeinsam ist die braungelbe Farbe. Nur selten bildet das harnsaure Ammon farblose Krystalle. Dieselben erscheinen dann als bisquitförmige Gebilde (Dumb bells) oder büschelförmig angeordnete Nadeln. Das gleichzeitige Auftreten der typischen braunen Kugeln, sowie die mikrochemische Reaction lassen auch diese seltenen Krystallformen leicht erkennen.

Mikrochemische Reactionen: 1. Die Krystalle des harnsauren Ammon lösen sich bei dem Erwärmen auf und fallen beim Erkalten wieder aus.

2. Auf Zusatz von Essigsäure gehen sie in Lösung und an ihrer Stelle bilden sich Harnsäurekrystalle.

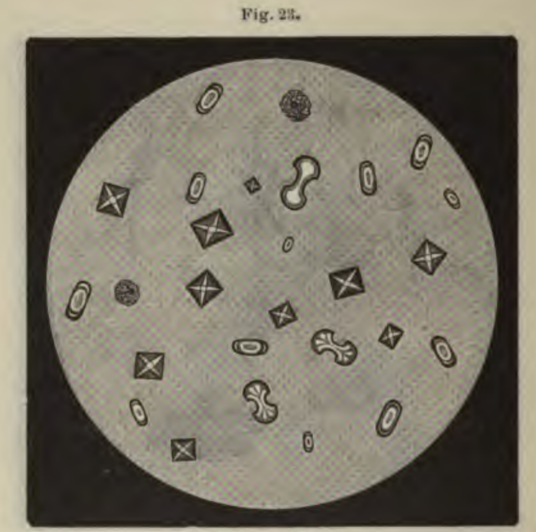
3. Kalilauge löst sie unter Gasentwicklung (Ammoniak) auf.

4. Wie alle harnsauren Salze giebt das harnsaure Ammon die Murexidprobe.

Calciumoxalat, oxalsaurer Kalk (Fig. 23). Die Krystalle des oxalsauren Kalks finden sich im Sediment des sauren, amphoteren und schwach alkalischen Harns. Dieselben bilden, wenn sie in grossen Mengen ausfallen, einen grauweissen, flockigen Bodensatz, der makroskopisch dem Niederschlag von amorphen Phosphaten sehr ähnlich ist, von demselben jedoch abgesehen von der mikroskopischen Untersuchung durch die chemische Reaction ohne weiteres zu unterscheiden ist.

Die Krystalle des oxalsauren Kalks erscheinen gewöhnlich als farblose, stark lichtbrechende Octaëder, sogenannte Briefcouvertformen, von verschiedener Grösse. Man begegnet, besonders wenn Calciumoxalat in grosser Menge ausgefallen ist, ganz kleinen Krystallen, deren Briefcouvertform oft nur bei scharfer Einstellung des Mikroskops erkennbar ist. Selbst die kleinsten, punktförmigen Krystalle fallen jedoch durch ihr charakteristisches glänzendes Aussehen auf, das mitunter an kleine

Fig. 23.



Calciumoxalat.

Fetttröpfchen erinnert, von welchen sie sich durch die mikrochemische Reaction (bei Zusatz von Aether löst Fett sich auf) unterscheiden.

Seltener als in Octaedern krystallisirt der oxalsaure Kalk in Sanduhr-, Hantel- oder Bisquitform (sogenannte Dumb bells). Das starke Lichtbrechungsvermögen dieser Gebilde, deren Oberfläche leicht gestreift erscheint, das gleichzeitige Vorhandensein von Briefcouvertformen, schliesslich ihr Verhalten chemischen Reagentien gegenüber lassen auch sie immer leicht als Krystalle des oxalsauren Kalkes erkennen. Im ikterischen Harn sind dieselben ebenso wie andere Formelemente (Epithelien, Cylinder etc.) oft gelb gefärbt.

Die Calciumoxalatkrystalle sind chemisch durch ihre Unlöslichkeit beim Erwärmen und in Essigsäure und ihre leichte Löslichkeit in Salzsäure charakterisirt. Setzt man der Auflösung in HCl Ammoniak oder Kalilauge hinzu, so krystallisirt der oxalsaure Kalk wieder in Octaedern aus.

Neutraler, phosphorsaurer Kalk (Dicalciumphosphat, Fig. 24). Derselbe findet sich sowohl im Sediment des schwachsauren wie amphoteren und schwach alkalischen Harns. Die makroskopische Betrachtung des Niederschlages ergiebt keinen Anhaltspunkt für das Vorhandensein dieser Krystalle. Sie fallen fast stets zugleich mit anderen Salzen des Harns aus; so sieht man sie häufig zusammen mit amorphen Phosphaten und Carbonaten, nicht selten zwischen Krystallen der Harnsäure und des oxalsauren Kalkes.

Der neutrale phosphorsaure Kalk krystallisirt meist zu langen, glänzenden, prismatischen, keilförmigen Gebilden, die einzeln liegend angetroffen werden, meist aber zu mehr oder weniger dichten Bündeln oder Rosetten angeordnet sind; das keilförmig zugespitzte Ende ist dann gewöhnlich dem Centrum zugekehrt. Daneben bildet das Dicalciumphosphat auch tafelförmige Krystalle, in seltenen Fällen büschelförmig

Fig. 24.



a Krystalle des neutralen phosphorsauren Kalkes, b amorphe Phosphate und Carbonate.

angeordnete Nadeln, welche in ihrem Aussehen den Tyrosinkrystallen gleichen. Von diesen sind sie jedoch leicht durch die mikrochemische Reaction zu unterscheiden: Die Krystalle des neutralen phosphorsauren Kalkes lösen sich bei der Behandlung mit Essigsäure vollkommen auf.

Calciumsulfat (Gyps, Fig. 25). Die Krystalle des schwefelsauren Kalkes sind äusserst selten im Sediment des Urins nachweisbar; sie finden sich nur in stark sauren Harnen, in welchen sie dann oft einen weissen dichten Niederschlag bilden.

Bei der mikroskopischen Betrachtung erscheinen sie in Form farbloser langer Nadeln oder als schmale Prismen mit schrägen Endflächen, meist in Rosettenform angeordnet. Vor einer Verwechslung mit den sehr ähnlichen Krystallen des neutralen phosphorsauren Kalks schützt die mikrochemische Reaction: Die Gypskrystalle sind in Essigsäure und Ammoniak unlöslich, in Salzsäure schwer, in Salpetersäure und heissem Wasser dagegen leichter löslich.

Calciumcarbonat (kohlensaurer Kalk, cf. Fig. 24). Der kohlensaure Kalk findet sich am häufigsten im Bodensatz des alkalischen, sehr viel seltener im Niederschlag des amphoteren und schwachsauren Harns. Er kommt gewöhnlich zusammen mit amorphen Phosphaten vor, von denen er makroskopisch nicht zu unterscheiden ist. Bei der mikroskopischen Betrachtung zeigt er sich in Form grauweisser kleiner Körner oder Kugeln, die oft hantelförmig aneinander gelagert sind. Ueberaus charakteristisch ist sein mikrochemisches Verhalten: Auf Zusatz einer verdünnten Mineralsäure lösen sich die Carbonate unter Entwicklung von CO_2 auf; unter dem Mikroskop erscheint dann das ganze Gesichtsfeld mit kleinen Luftblasen bedeckt.

Amorphe Erdphosphate (phosphorsaurer Kalk und phosphorsaure Magnesia, cf. Fig. 24). Dieselben fallen am häufigsten aus alkalisch reagirendem Harn aus, können sich jedoch auch im Sediment des amphoteren und schwach sauren Urins finden. Sie bilden einen feinflockigen, grauweissen, leicht beweglichen Niederschlag.

Mikroskopisch erscheinen sie als feinkörnige, ungefärbte Masse, die sich von anderen ähnlich aussehenden amorphen Sedimenten durch

Fig. 25.



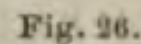
Schwefelsaurer Kalk.

die mikrochemische Reaction leicht unterscheiden lässt: Die Erdphosphate lösen sich nach Zusatz von Essigsäure ohne Gasentwicklung auf, bleiben aber beim Erwärmen ungelöst.

Phosphorsaure Ammoniak-Magnesia (Tripelphosphate, Fig. 26) finden sich hauptsächlich im Niederschlag des alkalischen Urins, sehr häufig zusammen mit amorphen Phosphaten und Carbonaten, sowie im Eitersediment alkalisch reagirender Harne. Man begegnet ihnen jedoch auch nicht allzu selten im amphoteren und schwach sauern Harn beim Beginn der alkalischen Gährung.

Die Tripelphosphate bilden rhombische, wasserhelle Prismen von sehr charakteristischem Aussehen. Meist präsentiren sie sich in Sargdeckelform, seltener zeigen sie sich als federkiel- oder farrenkrautähnliche Gebilde. Durch Combination dieser beiden Formen entstehen mitunter recht grotesk aussehende Krystalle, welche jedoch durch die mikrochemische Reaction, ihre leichte Löslichkeit auf Zusatz von Essigsäure als Tripelphosphate identificirt werden können. Diese charakteristische Reaction schützt auch vor Verwechslung der Tripelphosphate mit den ihnen mitunter sehr ähnlich sehenden grossen Briefcouvertformen des oxalsauren Kalks.

Phosphorsaure Magnesiakrystalle (Fig. 27) finden sich in überaus seltenen Fällen im alkalischen Harn in Form glänzender, länglich-rhombischer Tafeln, welche in Essigsäure leicht löslich sind. Ausser im Sediment sieht man dieselben auch in dem Häutchen, welches die Oberfläche alkalischer Harne häufig bedeckt.


Fig. 26.



Tripelphosphate (phosphorsaure Ammoniak-Magnesia.)

Leucin und Tyrosin (Fig. 28), welche gewöhnlich zusammen angetroffen werden, kommen im Gegensatz zu den bisher geschilderten Krystallformen im normalen Urin nicht vor. Ihr Auftreten ist bei acuter gelber Leberatrophie, Phosphorvergiftungen, seltener bei Infectionskrankheiten wie Typhus und Variola und bei schweren Bluterkrankungen beobachtet.

Der Nachweis von Leucinkrystallen gelingt meist erst nach Eindampfen des Urins und Ausfällen mit Alkohol. Nur in den Fällen, in

Fig. 27.



Krystalle aus basisch-phosphorsaurer Magnesia.

Fig. 28.



a Tyrosin, *b* Cystin, *c* Leucin.

welchen sich Leucin in grösserer Menge gelöst findet, krystallisirt es bereits aus, wenn man einen Tropfen Harn auf dem Objectträger langsam verdunsten lässt. Tyrosin ist schwerer löslich und gewöhnlich auch reichlicher als Leucin im Urin enthalten. Es fällt infolgedessen oft schon, nachdem der Harn einige Zeit gestanden hat, spontan aus.

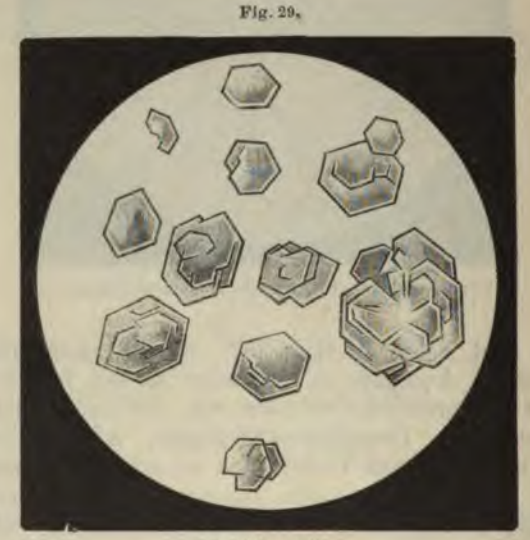
Die Tyrosinkrystalle, welche ebenso wie die des Leucins meist grünlichgelb gefärbt sind, bilden aus feinsten Nadeln zusammengesetzte Büschel, die Leucinkrystalle Kugeln, die meist gleichzeitig eine radiäre und concentrische Streifung erkennen lassen. Auf den grösseren Kugeln sieht man öfters kleinere buckelartig aufgesetzt.

Mikrochemische Reactionen: Leucin ist löslich in Säuren und Alkalien, unlöslich in Alkohol und Aether. Die Krystalle des harnsauren Ammons, mit welchen die Leucinkrystalle verwechselt werden können, unterscheiden sich von ihnen durch das Auftreten von Harnsäurekrystallen nach der Auflösung in Essigsäure.

Tyrosin ist unlöslich in Essigsäure, Alkohol und Aether, löslich in verdünnten Mineralsäuren, Alkalien und Ammoniak.

Cystin (Fig. 29) ist gleichfalls unter normalen Verhältnissen im Harn nicht nachweisbar. Es findet sich im Sediment in den seltenen Fällen

Fig. 29.



Cystinkrystalle.

von sogenannter Cystinurie, in denen aus bisher nicht vollkommen aufgeklärter Ursache Ausscheidung von Cystin durch den Harn stattfindet.

Cystinhaltiger Harn zeigt meist eine grünlichgelbe Farbe und bildet beim Stehen sehr rasch einen grauweissen, leicht beweglichen Niederschlag. Die Reaction kann sowohl sauer als auch, besonders bei gleichzeitigem Bestehen einer Cystitis, alkalisch sein.

Das Cystin krystallisirt in charakteristischen farblosen sechsrechtigen Tafeln, die häufig übereinander geschichtet sind. Von den ähnlich aussehenden Tafeln, welche die Harnsäure mitunter bildet, unterscheiden sich die Cystinkrystalle ohne weiteres durch die mikrochemische Reaction.

Cystin ist im Gegensatz zur Harnsäure in Salzsäure und Ammoniak löslich; es ist unlöslich in Essigsäure. Setzt man zur ammoniakalischen Lösung Essigsäure hinzu oder lässt man Ammoniak langsam verdunsten, so fallen die Cystinkrystalle wieder in Form sechsseitiger Tafeln aus.

Hippursäure (Fig. 30). Hippursäurekrystalle zeigen sich selbst dann sehr selten im Sediment, wenn die Hippursäure, wie z. B. nach reichlichem Genusse von Benzoësäure enthaltenden Früchten (Preisselbeeren, Heidelbeeren etc.), nach Einnahme von Salicyl- und Benzoësäure sich in grösserer Menge als gewöhnlich im Harn in Lösung befindet. Ferner ist im sauren Fieberharn, im Urin von Diabetikern und Leberkranken, das Auftreten dieser Krystalle beobachtet worden. Im Harnsediment von Tropenbewohnern werden sie häufiger in grösserer Menge angetroffen.

Die Hippursäure krystallisirt in farblosen Nadeln und rhombischen Prismen, die sternförmig angeordnet sein können.

Die mikrochemische Reaction unterscheidet sie von den ähnlich aussehenden Krystallen anderer Salze: Während der neutrale phosphorsaure Kalk und die Tripelphosphate in Essigsäure aufgelöst werden, sind die Hippursäurekrystalle darin vollkommen unlöslich. Der negative Ausfall der Murexidprobe und das Fehlen der gelben Färbung charakterisirt sie gegenüber den Harnsäurekrystallen.

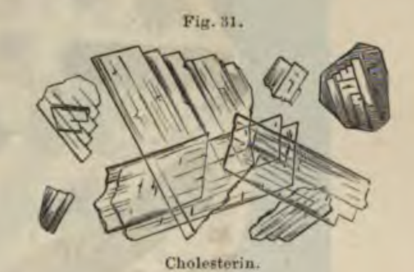
Cholesterin (Fig. 31) erscheint nur sehr selten im Niederschlag des Harns; sein Vorkommen ist bei Chylurie, ferner bei fettiger Degene-

Fig. 30.



Hippursäurekrystalle.

Fig. 31.



Cholesterin.

ration und Echinococcus der Nieren beobachtet worden. Die Cholesterinkrystalle präsentiren sich als farblose Tafeln, die nicht selten übereinandergeschichtet liegen und winklig einspringende Ecken zeigen.

Mikrochemische Reaction: Die Krystalle sind unlöslich in Säuren und Alkalien, löslich in Aether und heissem Alkohol. Auf Zusatz von *Lugol*'scher Lösung tritt Braunfärbung ein, die nach Hinzufügen von Schwefelsäure einem farbenreichen Bilde Platz macht, indem die Krystalle sich nach einander grün, blau und violett färben. Giebt man Schwefelsäure allein zu, so schmelzen sie vom Rande aus unter Bildung eines glänzenden, rothbraunen Saumes ein.

Xanthin ist, trotzdem es normaler Weise im Harn vorkommt, bisher nur in ganz vereinzelten Fällen im Sediment gefunden worden. Es bildet wetzsteinförmige Krystalle, die zum Unterschied von Harnsäure in verdünntem Ammoniak und beim Erhitzen löslich sind.

Von den im Harne vorkommenden Farbstoffen können Gallen- und Blutfarbstoff, sowie Indigo mitunter zur Bildung von amorphen und krystallinischen Niederschlägen führen.

Bilirubin. Beim Icterus neonatorum und Icterus gravis Erwachsener kann, besonders, wenn der Harn stark sauer ist, Gallenfarbstoff in Form orangefarbener, amorpher Körnchen oder gelber Kry-

stalle in Gestalt von Nadeln und rhombischen Tafeln ausfallen. Man findet die Körnchen und Krystalle oft in Epithelien, Leukocyten oder Fetttröpfchen eingelagert. Der Bilirubinniederschlag ist durch die *Gmelin*'sche Probe und seine Löslichkeit in Alkalien und Chloroform charakterisirt.

Hämoglobin (Fig. 32). Bei Blutungen aus den Nieren und Harnwegen, sowie bei Hämoglobinurie kommt es nicht allzu selten zur Abscheidung von Blutpigment in Form roth- bis braungelber Körnchen und Schollen. Besonders in schweren Fällen von Hämoglobinurie kann Blutfarbstoff in grosser Menge ausfallen und ist dann oft zu cylindrischen Gebilden angeordnet (Pigmentcylinder). Seltener zeigt sich der Blutfarbstoff in Gestalt sogenannter Hämatoidinkrystalle. Dieselben gleichen in Farbe und Aussehen den eben beschriebenen Bilirubinkrystallen, mit denen sie vielfach für identisch gehalten werden.

Fig. 32.



Schwangerschaftsniere.
Eclampsie. — Hämatoidinkrystalle.

Indigo (Fig. 33). Bei alkalischer Zersetzung indicanreicher Harne kommt es mitunter durch Oxydation des Indicans zur Bildung von Indigoblau. Dieser Process geht gewöhnlich erst ausserhalb der Blase vor sich; nur überaus selten enthält der Harn den Farbstoff bereits bei der Entleerung. Er verleiht dem Urin eine bläuliche Farbe, welche auch den Krystallen und amorphen Schollen eigen ist, die Indigo beim Ausfallen bildet. Die blauen, schon makroskopisch durch ihre Farbe auffallenden Krystalle erscheinen als kleine rhombische Tafeln oder

büschelförmig gruppirte Nadeln, die in Chloroform mit blauer Farbe löslich sind.

Fett- und Fettsäure-Nadeln (Fig. 34). Beim Vorkommen von Fett im Urin ist stets zu berücksichtigen, dass es sich um eine zufällige Verunreinigung durch eingefettete Katheter, Suppositorien, fetthaltige Gefässe etc. handeln kann. Unter pathologischen Verhältnissen wird Fett in grösseren, bereits makroskopisch erkennbaren Mengen nur in den seltenen Fällen von Lipurie und Chylurie im Harn angetroffen. Derselbe erscheint alsdann gleichmässig getrübt und macht beim Umgiessen den Eindruck einer öligen Flüssigkeit. Während das Fett bei der Lipurie in mehr oder weniger grossen Tropfen, die beim Erkalten feste, talgartige Partikelchen bilden können, auf der Oberfläche der Flüssigkeit schwimmt, ist dasselbe bei der Chylurie durch das gleichzeitig vorhandene Eiweiss zu kleinsten Tröpfchen emulgirt, wodurch der Harn ein milchartiges Aussehen bekommt. Die Aehnlichkeit mit Milch wird noch erhöht, wenn das Fett sich als Rahmschicht an der Oberfläche der Flüssigkeit absetzt.

Fig. 33.



Indigokrystalle.

Sehr viel häufiger ist das Vorkommen von Fett im Urin in geringfügiger, nur mikroskopisch nachweisbarer Menge, so vor allem bei Erkrankungen der Harnorgane, welche mit fettiger Entartung des Gewebes, besonders der Epithelzellen, einhergehen. Auch die Eiterzellen werden im Harnsediment nicht selten im Zustande fettiger Degeneration angetroffen.

Unter dem Mikroskop erscheint das Fett in Form stark lichtbrechender Tröpfchen und Körnchen mit scharfen, dunklen Contouren, entweder frei in der Flüssigkeit schwimmend oder anderen Formelementen, wie z. B. Cylindern, aufgelagert oder als Product der fettigen Degeneration des Protoplasmas innerhalb der Zellen liegend. Nicht selten sind die letzteren so dicht mit Fettkugeln angefüllt, dass auch der Kern vollkommen unsichtbar wird und die Zelle das Aussehen eines Colostrumkörperchens erhält (Fettkörnchenzellen, Fig. 34).

Mitunter begegnet man neben den Fettkörnchen auch Fettsäurekrystallen. Dieselben erscheinen als gerade oder geschwungene Nadeln, die oft sternförmig gruppirt sind oder strahlenförmig von einem Fetttröpfchen ausgehen.

Fett färbt sich mit 1% Osmiumsäure schwarz, mit alkoholischer Lösung von Sudan III scharlachroth. Es ist chemisch charakterisirt

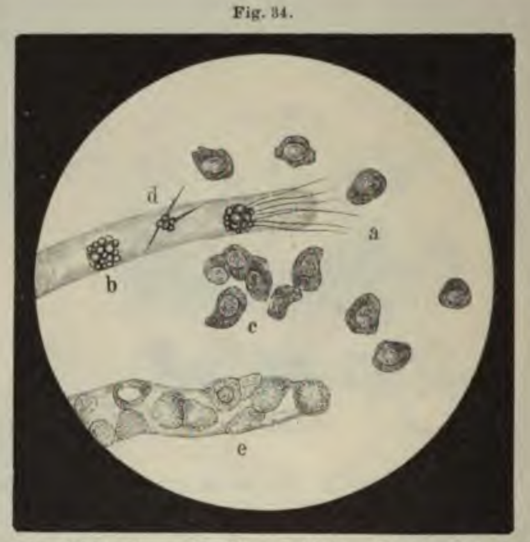
durch seine Löslichkeit in Aether, Chloroform und Schwefelkohlenstoff. Dieses chemische und tinctorielle Verhalten unterscheidet Fetttröpfchen ohne weiteres von ähnlich aussehenden Gebilden, wie z. B. Luftblasen, die man nicht selten unter dem Deckglase erblickt.

Organisirte Sedimente.

Epithelien. Die im Harnsediment vorkommenden Epithelien bieten ein überaus vielgestaltiges Bild dar. Man kann dieselben nach ihrem Ursprungsort in drei Kategorien eintheilen:

1. Epithelien der ableitenden Harnwege,
2. Nierenepithelien,
3. Epithelien aus den Genitalien (Präputium, Vagina, Vulva).

Fig. 34.



a Fettsäurenadeln, *b* fettig degenerirte Nierenepithelien (Fettkörnchenzelle), *c* Nierenepithelien, *d* hyaliner Cylinder, *e* mit Nierenepithelien besetzter Cylinder.

1. Eingehende histologische Untersuchungen haben gezeigt, dass der gesamte Harntract vom Nierenbecken bis zur Fossa navicularis urethrae von einem mehrschichtigen Epithel ausgekleidet ist, das bis auf geringe locale Differenzen überall den gleichen Typus zeigt. Die oberflächliche Schicht wird zumeist von polygonalen ein- oder mehrkernigen Plattenepithelien gebildet, welche an ihrer unteren Fläche Einbuchtungen zeigen, die durch vorspringende Leisten von einander getrennt sind. In dieser Einbuchtung ragen die Zellen der zweiten Schicht hinein, die sich aus mehreren Reihen ovaler, birnförmiger, geschwänzter Zellen zusammensetzt. Die unterste Schicht bilden kleine polygonale oder abgerundete Zellen mit grossen Kernen. Der vorderste Theil der Urethra bis zur Fossa navicularis ist von einem mehrschichtigen Pflasterepithel ausgekleidet, während die oberflächliche Schicht der Pars cavernosa und Membranacea urethrae nach den Angaben der meisten Untersucher cylindrisch gestaltet ist.

Alle diese Zellformen können in wechselnder Menge im Sediment des Harns angetroffen werden, ohne dass es jedoch, wie aus dem Gesagten ersichtlich, möglich wäre, nach ihrem Aussehen zu entscheiden, welchem Abschnitt der harnableitenden Wege sie entstammen. Ihre Betrachtung kann vielmehr nur darauf hinweisen, welche Schicht der epithelialen Auskleidung an dem Desquamationsprocess betheiligt ist. So muss auch die vielfach verbreitete Ansicht, dass das Auftreten geschwänzter Epithelien im Harnsediment durch das Bestehen einer Pyelitis bedingt sei, als irrig zurückgewiesen werden, seitdem die histologische Forschung gezeigt hat, dass diese Zellform keineswegs dem Nierenbecken eigenthümlich ist.

Jeder normale Harn enthält in der Nubecula, beziehungsweise im Niederschlag vereinzelte Plattenepithelien (Fig. 35); kommt es zu ent-

Fig. 35.



a Epithel der männlichen Urethra, *b* der Vagina, *c* der Prostata, *d* der *Cowper*'schen Drüsen, *e* der *Littre*'schen Drüsen, *f* der weiblichen Urethra, *g* der Blase.
(Nach *Loebisch*.)

zündlichen Processen des Harntractus, so erscheinen neben anderen Producten der Entzündung auch die verschiedenen Formen der Epithelzellen in reichlicherer Menge im Sediment. Die Epithelzellen zeigen häufig alle möglichen Degenerationserscheinungen: sie sind aufgequollen, die Kerne undeutlich, das Protoplasma kann Vacuolen enthalten und fettig oder hyalin entartet sein.

2. Nierenepithelien (Fig. 36). Dieselben präsentiren sich als rundliche oder cubische, scharf begrenzte Zellen mit grossen, oft bläschenförmigen Kernen. Das Protoplasma ist feingekörnt und meist mehr oder weniger fettig degenerirt. Ihre Grösse übertrifft wenig die der weissen Blutkörperchen, von denen sie häufig nur durch ihren deutlichen Kern und ihre scharfen Contouren zu unterscheiden sind. Liegen diese Zellen einzeln, so sind sie infolge ihrer Aehnlichkeit mit den Epithelien der untersten Schicht der harnableitenden Wege nicht immer leicht zu er-

kennen. Erst ihre charakteristische Anordnung zu sogenannten Epithelschläuchen oder das gleichzeitige Vorkommen von Cylindern, denen sie oft aufgelagert sind, sichert ihren renalen Ursprung. Im ikterischen Harn sind diese Epithelien oft gelb gefärbt (Fig. 36).

Das Erscheinen von Nierenepithelien im Sediment deutet stets auf einen Erkrankungsprocess der Nieren hin.

3. Die Epithelien aus den Genitalien (Fig. 37), welche sich im Harn finden, stellen grosse Pflasterzellen dar, die beim Manne aus dem Präputium, bei der Frau aus Vulva und Vagina stammen. Diese Zellen erscheinen häufig wie gefaltet und mit umgeschlagenen Rändern. Im Frauenharn, in dem sie normaler Weise in grosser Anzahl vorhanden sind, sieht man oft schon mit blossem Auge weisse Flöckchen, welche

Fig. 36.

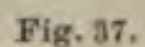


a Cylinder aus ikterischem Harn, *b* Nierenepithelien aus ikterischem Harn, *c* Leukocyten aus itkerischem Harn.

sich bei der mikroskopischen Untersuchung als zusammenhängende Membranen aus grossen Plattenepithelien erweisen.

Leukocyten (Eiterkörperchen, Fig. 38). Das Sediment jedes normalen Harnes enthält vereinzelte Leukocyten, denen jedoch eine diagnostische Bedeutung nicht zukommt. Im Harn von Frauen, welche an Fluor leiden, treten die Leukocyten reichlicher auf, ohne auf eine Erkrankung des Harnapparates hinzuweisen. In grossen Mengen finden sich die Leukocyten im Harn als Bestandtheil des Eiters. Der Urin erscheint dann mehr oder weniger trübe und bildet beim Stehen einen Niederschlag, der je nach der Reaction des Harns einen verschiedenen Charakter zeigt. Im sauren, amphoteren und schwach alkalischen Urin bildet der Eiter einen undurchsichtigen, flockigen, grau oder gelbweiss gefärbten Bodensatz, welcher vollkommen homogen erscheint oder fadenförmige und krümelige Einschlüsse von Blut, Krystallen etc. enthält. Im Gegensatz zu dem ähnlich aussehenden Phosphatniederschlag ist

der eiterige in Essigsäure unlöslich und verwandelt sich auf Zusatz von Aetzkali (Probe von *Donné*) in eine glasig-schleimige, fadenziehende


Fig. 37.



Plattenepithelien.

Masse, wie sie auch das Eitersediment des stark alkalischen und ammoniakalischen Harns darstellt. Beim Ausgiessen des Gefässes fällt

Fig. 38.



a Leukocyten (Eiterkörperchen), *b* rothe Blutkörperchen.

ein derartiger Bodensatz häufig als gallertiges, zusammenhängendes Coagulum heraus.

Auch bei der mikroskopischen Untersuchung wechselt das Bild, welches die Leukocyten darbieten, mit der Reaction des Harns. Im sauren bis schwach alkalischen Urin zeigen dieselben sich als runde, farblose Zellen mit körnigem, lichtbrechendem Protoplasma. Sie besitzen einen oder mehrere Kerne, die ohne Zusatz von Reagentien nicht deutlich erkennbar sind. Lässt man jedoch einen Tropfen Essigsäure unter das Deckglas laufen, so verschwindet die Körnung, das Protoplasma wird transparent und es werden ein unregelmässig gestalteter oder mehrere, oft hufeisenförmig gelagerte Kerne mit Kernkörperchen deutlich sichtbar. — Die Leukocyten liegen entweder einzeln oder sind zu Haufen von verschiedener Grösse zusammengeballt; in anderen Fällen sind sie Cylindern aufgelagert oder vereinigen sich durch directe Verklebung untereinander zu cylinderartigen Gebilden, sogenannten Leukocytencylindern.

Im stark alkalischen und ammoniakalischen Urin finden sich die Eiterkörperchen gewöhnlich im Zustande der Degeneration: Sie sind glasig aufgequollen, durchsichtig, die Granula sind verschwunden oder umgeben als schmaler peripherer Saum die helle centrale Zone, in welcher der Kern noch deutlich sichtbar ist. Mit dem Fortschreiten der Degeneration verwischen sich die Contouren der einzelnen Zellen, auch die Kerne werden undeutlich, und man sieht schliesslich die Leukocyten in einen körnigen Detritus verwandelt, in welchem einzelne freie Kerne und wenige erhalten gebliebene Zellen sichtbar sind.

Vor einer Verwechslung dieser Zerfallsproducte der Leukocyten mit amorphen Phosphaten schützt ihre Unlöslichkeit in Essigsäure.

Um ein Urtheil über die Menge des im Harn enthaltenen Eiters zu gewinnen, ist die Zählung der Eiterkörperchen mit Hilfe des *Thoma-Zeiss*'schen Zählapparates (vergl. Zählung der Blutkörperchen) vorgeschlagen worden. Man benutzt hierzu einen Tropfen der gut durchgeschüttelten 24stündigen Harnmenge und stellt die Zahl der Eiterkörperchen in einem Cubikmillimeter Urin fest. Auf diese Weise ist ermittelt worden, dass bei mittelschweren Blasenkatarrhen der Cubikmillimeter Harn 20—40.000, bei schweren bis 100.000 Eiterkörperchen enthält. Gleichzeitig ist durch diese Methode festzustellen, ob der Eiweissgehalt des Harns der Zahl der Eiterkörperchen entspricht. Es hat sich nämlich gezeigt, dass bei 100.000 Eiterkörperchen pro Cubikmillimeter der Eiweissgehalt des Harns höchstens 1 p. m. beträgt. Ist also die Zahl der Eiterkörperchen im Verhältnis zum Eiweissgehalt zu gering, so kann derselbe nicht allein dem Eiterserum entstammen, es muss vielmehr noch eine andere Quelle der Eiweissausscheidung vorhanden sein.

Rothe Blutkörperchen (Fig. 39). Die makroskopische Betrachtung eines Sedimentes weist nur dann auf das Vorhandensein von rothen Blutkörperchen hin, wenn dieselben in grösserer Menge dem Harn beigemischt sind. Sind sie in geringer Anzahl vorhanden, so gelingt ihr Nachweis nur mit Hilfe des Mikroskops. Besteht der Niederschlag allein aus Blut, so zeigt derselbe ein charakteristisches rothbraunes oder lackfarbenes Aussehen. Enthält der Harn, wie so häufig, neben Blut auch Eiter, so erscheint das Sediment entweder deutlich geschichtet,

oder man sieht den grauweissen Bodensatz des Eiters von unregelmässig vertheilten rothen Streifen und Punkten durchsetzt.

Bei der mikroskopischen Untersuchung kann man die rothen Blutkörperchen wohl erhalten finden; sie zeigen sich dann als runde, biconcave, gelb gefärbte Scheiben, welche entweder einzeln oder in Haufen liegen. Bei Blutungen aus den Nieren findet man sie auch cylinderartig angeordnet (Blutkörperchencylinder) oder auf Cylindern liegend. Oft füllen sie das ganze Gesichtsfeld aus und lassen andere Formelemente nicht erkennen. Man bekommt dieselben erst zu Gesicht, wenn man einen Tropfen destillirten Wassers oder verdünnter Essigsäure unter das Deckglas laufen lässt und dadurch die rothen Blutkörperchen zur Auflösung bringt.

Sehr häufig bieten die Erythrocyten Veränderungen in Form und Farbe dar, welche von der Concentration des Harns, seiner Reaction und der Dauer ihres Aufenthaltes in demselben bedingt sind. Während sie im schwach sauren Urin lange ihr typisches Aussehen bewahren, erscheinen sie im concentrirten und stark sauren Harn geschrumpft und zeigen dann die bekannte Stechapfelform. Bei stark alkalischer Reaction gehen sie leicht zu Grunde und zerfallen schliesslich zu rothbraunen, aus Blutpigment bestehenden Häufchen und Schollen (cf. Hämoglobin).

Nach längerem Contact mit dem Harn und im sehr diluirten Urin wird allmählich ihr Farbstoff ausgelaugt, sie quellen auf und erscheinen als farblose, kuglige oder ringförmige Gebilde (Blutschatten), welche, besonders wenn sie vereinzelt auftreten, nur schwer erkennbar sind.

Nicht selten begegnet man im bluthaltigen Harn Gerinnseln, welche auch mit blossem Auge wahrnehmbar sind. Dieselben bieten in ihrem makroskopischen Aussehen mannigfache Unterschiede dar: sie sind bald unregelmässig klumpig oder flockig gestaltet, bald erscheinen sie als fadenförmige, stäbchen- oder wurmartige Gebilde, welche die Dicke eines Fingers und die Länge von mehreren Centimetern erreichen können. Sie sind roth, rothbraun oder schwarzbraun, häufig auch grauweiss gefärbt. Im letzteren Falle handelt es sich um Coagula, welche schon längere Zeit dem Harn beigemischt waren.

Eine diagnostische Bedeutung wird den langen, schmalen Gerinnseln zugeschrieben. Da der Ureter als ihre Bildungsstätte gilt, wird bei ihrem Auftreten die Quelle der Blutung in den Harnleiter selbst oder in die Niere, bezw. das Nierenbecken verlegt. Jedoch ist daran zu denken, dass derartige Coagula auch dem Durchtritt durch die Harnröhre ihre Gestalt verdanken können. Die Form des Gerinnsels allein genügt daher nicht zur Feststellung des Ortes der Blutung, man muss vielmehr alle anderen die Hämaturie begleitenden Erscheinungen dazu in Betracht ziehen.

Bei der mikroskopischen Untersuchung zeigen die Blutcoagula ein Netzwerk von Fibrinfasern, dessen Maschen mit unversehrten oder mehr oder minder veränderten rothen Blutkörperchen in wechselnder Zahl ausgefüllt sind.

Dem mikrochemischen Nachweis von Blut dient die *Teichmann*sche Probe (vergl. pag. 33).

Fibrin (Fig. 39). Neben den beschriebenen Blutgerinnseln, deren Gerüstsubstanz Fibrinfasern bilden, findet man sowohl im blutigen Harn als auch im Urin nach Ablauf der Hämaturie nur aus Fibrinfasern bestehende Gebilde.

In grösserer makroskopisch sichtbarer Menge wird Fibrin mit dem Harn in den seltenen Fällen sogenannter Fibrinurie und bei Chylurie ausgeschieden. Hier bildet dasselbe entweder schon bei der Entleerung des Urins oder erst einige Zeit nachher weissliche gallertartige Gerinnsel.

Bei der mikroskopischen Betrachtung zeigt sich, dass die Fibringerinnsel aus Bündeln parallel gelagerter, lichtbrechender Fasern bestehen, die weiss oder röthlichgelb gefärbt sind. In zweifelhaften Fällen kann

Fig. 39.



a Rothe Blutkörperchen, *b* Fibrinfaserbündel.

zur Sicherung der Diagnose die *Weigert*'sche Fibrinfärbemethode herangezogen werden.

Harncylinder (Fig. 40). Die Harncylinder sind nur mikroskopisch nachweisbare, drehrunde, walzenförmige Gebilde von wechselnder Länge und Dicke, mit scharf abgegrenzten, parallelen Contouren und abgerundeten Enden. Sie verlaufen bald geradlinig, bald spiralig gewunden, oft sind sie geknickt oder zeigen am Rande Einkerbungen. Häufig erscheint das eine Ende eines Cylinders schräg abgebrochen, und auch Bruchstücken, welche nur durch Vergleich mit wohlerhaltenen Cylindern als solche erkannt werden können, begegnet man nicht selten.

Die Cylinder sind renalen Ursprungs und verdanken ihre Form den Harncanälchen, aus welchen sie vom Urin herausgespült werden.

Man unterscheidet: 1. Cylinder, welche aus Zellen zusammengesetzt sind, 2. granulirte, 3. hyaline, 4. wachsartige Cylinder.

Die Cylinder der ersten Gruppe werden je nach der Zellform, aus der sie gebildet sind, als epitheliale, Blutkörperchen- oder Leukocytencylinder bezeichnet. Von den beiden letzteren Formen war bereits in den vorhergehenden Abschnitten die Rede.

Die Epithelcylinder setzen sich entweder aus einzelnen desquamirten Nierenepithelien zusammen, welche fest untereinander verkleben und beim Passiren der Harncanälchen die cylindrische Form erhalten, oder sie bilden sich dadurch, dass die epitheliale Bekleidung eines Harncanälchens in grösserer Ausdehnung im Zusammenhange abgestossen wird. Im letzteren Falle bezeichnet man sie auch als Epithelschläuche. Die Zellen, aus welchen der Cylinder gebildet ist, sind fast nie vollkommen unversehrt, meist sind sie körnig oder fettig degenerirt.

Fig. 40.



a Hyaliner Cylinder, *b* feingranulirter Cylinder, *c* grobgranulirter Cylinder, *d* wachsartiger Cylinder, *e* rothe Blutkörperchen.

Ist der Zerfall noch weiter vorgeschritten, sind die Zellgrenzen verwischt, die Kerne nur schwer zu erkennen oder ganz verschwunden, so geht schliesslich der epitheliale Charakter völlig verloren und es entsteht das Bild des granulirten Cylinders. Nicht selten zeigt die eine Hälfte eines Cylinders noch deutlich epitheliales Aussehen, während die andere schon granulirt erscheint. Diese Uebergangsformen zwischen epithelialen und granulirten Cylindern, denen man nicht selten im Sediment begegnet, lassen in vielen Fällen wenigstens die Entstehung der granulirten Cylinder aus epithelialen als zweifellos erscheinen. Andererseits ist denkbar — und neuere experimentelle Arbeiten auf diesem Gebiete machen es wahrscheinlich —, dass auch der körnige Zerfall hyaliner Cylinder zur Bildung von granulirten führen kann.

Die granulirten Cylinder bieten eine gekörnte Oberfläche dar, welche ihnen ein dunkles Aussehen verleiht. Die Granulationen, welche ihrer Entstehungsweise entsprechend aus Eiweiss- oder Fettkörnchen

bestehen können, sind bald kleiner, bald grösser, und man unterscheidet darnach fein- und grobgranulirte Cylinder. Sind es hauptsächlich feinste Fetttröpfchen, welche sie zusammensetzen, so spricht man auch von Fettkörnchencylindern, welche durch ihr glänzendes Aussehen, das sie dem Lichtbrechungsvermögen des Fettes verdanken, auffallen.

Im Frauenharn, der oft zahlreiche körnig degenerirte, länglich geformte Epithelien aus den äusseren Genitalien enthält, macht das Erkennen der granulirten Cylinder erfahrungsgemäss mitunter Schwierigkeiten; jedoch schützt vor einer Verwechslung derselben mit den Epithelien der meist deutlich sichtbare Kern der letzteren.

Die hyalinen Cylinder zeigen eine blasse, ganz homogene, durchsichtige Grundsubstanz, deren Umrisse aber stets deutlich hervortreten. Oft sind diese structur- und farblosen Gebilde — nur im ikterischen Harn erscheinen sie gelblich gefärbt — so zart, dass sie nicht ohne Mühe erkannt werden können. Erleichtert wird ihr Auffinden durch die Auflagerungen, welche sie vielfach besitzen. Zellige Elemente, wie Nierenepithelien, rothe und weisse Blutkörperchen, ferner Fetttröpfchen, körniger Detritus, Mikroorganismen und Salze bedecken sie oft in kleinerer oder grösserer Ausdehnung. Der Belag ist jedoch nie so dicht, dass er die eigenthümliche Grundsubstanz vollständig zum Verschwinden brächte, dieselbe tritt vielmehr immer an einzelnen Stellen zutage und charakterisirt die hyalinen Cylinder gegenüber den anderen Formen.

Um das Auffinden der hyalinen Cylinder zu erleichtern, wird empfohlen, dieselben zu färben, indem man dem Sediment einige Tropfen *Lugol*'scher Lösung oder gesättigter wässeriger Pikrinsäurelösung zusetzt. Auch dünne, wässerige Fuchsin- und Methylenblaulösung dienen diesem Zwecke.

Ueber die Bildung der hyalinen Cylinder gehen die Meinungen noch weit auseinander. Nach der Ansicht der einen entstehen sie durch Gerinnung des aus dem Gefässsystem ausgetretenen Eiweiss; andere halten sie für ein Secretionsproduct der Nierenepithelien, welche hyaline Kugeln, wie sie oft im Inneren degenerirter Zellen zu Gesicht kommen, ausscheiden, die in den Harncanälchen zu Cylinder geformt werden. Dass die Nierenepithelien bei ihrer Entstehung betheiligt sind, ist auch die Ansicht der Autoren, welche sich den Bildungsvorgang so vorstellen, dass die abgestorbenen und abgestossenen Epithelien der Harncanälchen hyalin entarten und dann zu Cylindern verschmelzen. Nach einer anderen Theorie schliesslich kann eiweisshaltige Flüssigkeit im Contact mit den lebenden Epithelien nicht gerinnen, erst nach dem Absterben der letzteren kommt es durch Vermischung mit den abgestossenen Zellen zur Gerinnung und Cylinderbildung.

Die wachsartigen Cylinder besitzen ebenso wie die hyalinen eine homogene Grundsubstanz, sind jedoch breiter, voluminöser und von derberer Consistenz. Sie sind von wachsartigem, mattglänzendem Aussehen und gelblicher Färbung und zeigen häufig tiefe seitliche Einkerbungen; mitunter findet man auffallend breite, kurze Formen.

Ueber ihren Ursprung ist nichts Sicheres bekannt; man vermuthet, dass die anderen Cylinder sich beim längeren Verweilen in den Harncanälchen in wachsartige umwandeln können.

Von den echten Cylindern zu trennen sind cylinderähnliche Gebilde, welche man in normalen und pathologischen Harnen antrifft, ohne dass ihnen eine pathognomonische Bedeutung zukäme — die sogenannten Cylindroide (Fig. 41). Am ehesten können dieselben noch zur Verwechslung mit hyalinen Cylindern Anlass geben. Im Gegensatz zu diesen sind sie jedoch nicht drehrund sondern bandartig gestaltet, ihre Grundsubstanz ist nicht homogen sondern zeigt meist deutliche Längsstreifung. Sie sind fast stets von erheblicher Ausdehnung, so dass man sie durch mehrere Gesichtsfelder verfolgen kann, und enden gewöhnlich aufgefasert oder gabelig getheilt.

Fig. 41.



a Cylindroide, *b* Krystalle von oxalsaurem Kalk, *c* Leukocyten.

Nicht selten findet man im Sediment Bakterienhaufen, die in ihrer Form granulirten Cylindern gleichen und als Bakteriencylinder bezeichnet werden. Die Betrachtung mit starker Vergrösserung und schliesslich die Färbung mit verdünnten wässerigen Lösungen von Fuchsin oder Methylenblau lassen einen Zweifel über die Natur dieser Gebilde nicht aufkommen.

Gewebspartikel. Das Auftreten von Gewebsfragmenten im Harn ist im ganzen ein ziemlich seltener Befund; es ist beobachtet bei Tumoren der Nieren und harnableitenden Wege, bei schwerer septischer Cystitis, die zur Gangrän der Blasenschleimhaut geführt hat, sowie bei eitriger Nierenentzündung. Auch wenn Tumoren der Nachbarorgane in den Harnapparat durchbrechen, können natürlich Geschwulstpartikel mit dem Urin abgehen.

Dieselben werden entweder beim Katheterisiren oder spontan mit dem Harn entleert. Oft sind sie schon mit blossem Auge sichtbar, besonders wenn der Harn zur genauen makroskopischen Betrachtung in eine flache Glasschale ausgegossen wird. Ihr makroskopisches Verhalten ist jedoch keineswegs so charakteristisch, dass man ohne weiteres ihre Natur erkennen kann; sie gleichen in ihrem Aussehen oft Blutgerinnseln oder Conglomeraten von Eiterkörperchen oder auch Flocken von Epithelzellen, wie man sie normaler Weise im Frauenharn zu Gesicht bekommt. Erst eine genaue mikroskopische Untersuchung vermag Aufschluss zu geben. Grössere Partikel wird man zu diesem Zwecke zerzupfen oder, wenn das frische Präparat zur Diagnose nicht ausreicht, in gefärbtem Schnittpräparat untersuchen.

Am häufigsten handelt es sich um Geschwulstpartikel in Form von Zotten, die sowohl einfachen Papillomen wie Carcinomen entstammen können; mitunter sieht man ganze Conglomerate von Zotten, welche schon makroskopisch ein papillomatöses Aussehen darbieten. Die Zotten zeigen ein centrales Blutgefäss, das mit einem mehrschichtigen Epithel bedeckt ist. Nicht immer sind diese Geschwulstfragmente leicht zu erkennen, da sie oft macerirt und in Blutgerinnseln eingeschlossen im Sediment erscheinen.

Das Auftreten grosser Mengen polymorpher Epithelzellen im Niederschlag gestattet, selbst wenn sie zu Zellmembranen vereinigt sind, keinen Schluss auf das Bestehen eines Tumors. Denn auch bei katarrhalischen Processen des Harnapparats kann die starke Proliferation des epithelialen Belages zu einer sehr reichlichen Abstossung von Zellen führen.

Die Gewebspartikel, welche mitunter bei eitriger Nephritis im Harn erscheinen, lassen deutlich die histologischen Bestandtheile des Nierenparenchyms erkennen.

Die bei septischer Cystitis abgestossenen gangränösen Theile der Blasenwand zeigen noch deutlich elastische und Bindegewebsfasern, sowie Muskelbündel aus der Muscularis mucosae. Diese Trümmer organisirten Gewebes, welche einen recht seltenen Befund darstellen, dürfen nicht mit Pseudomembranen verwechselt werden, wie sie bei schwerer Cystitis mit dem in alkalischer Gährung befindlichen Harn entleert werden. Diese bestehen aus einer fibrinösen Grundsubstanz, in welche neben Eiterkörperchen und Epithelzellen Salze, besonders Tripelphosphate, eingebettet sind.

Schliesslich seien hier noch die graugelben, bröckligen Massen erwähnt, welche man bei Tuberkulose des Harnapparates zeitweise im Sediment findet. Dieselben stellen Conglomerate von fettigem Detritus, Epithelien, Blut- und Eiterzellen dar. Gewöhnlich lässt ihr Gehalt an Tuberkelbacillen keinen Zweifel über ihre Natur.

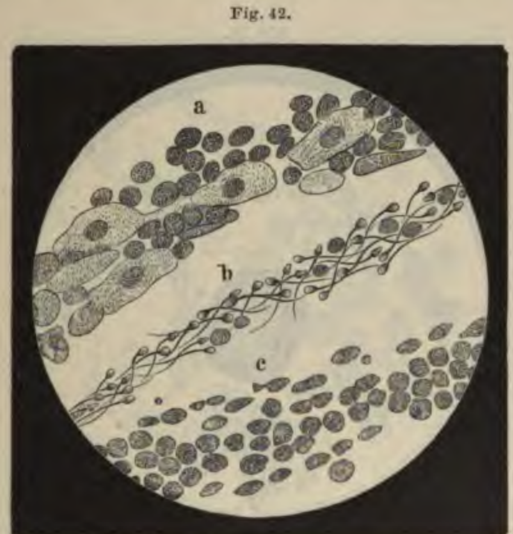
Harnfilamente (Urethralfäden) (Fig. 42). Als Harnfilamente bezeichnet man kleine Fäden und Flocken, welche als Product der eitrigen oder schleimigen Secretion der Harnröhre und Genitaldrüsen mit dem Urin entleert werden. Sie sind von wechselnder Grösse, oft 1—2 Cm. lang und erscheinen schleimig-gelatinös oder gelb und undurchsichtig. Aber auch mannigfache Uebergänge zwischen diesen beiden Typen kommen zur Beobachtung.

Die Filamente finden sich im Harn bei chronischer Gonorrhoe (Tripperfäden), ferner im Urin an Urethrorrhoe leidender Neurastheniker und mitunter auch im ersten Morgenharn Gesunder.

Das Bild, welches die Urethralfäden in den beiden zuletzt genannten Fällen unter dem Mikroskop darbieten, ist das gleiche: Sie bestehen aus einer homogenen, durchsichtigen Grundsubstanz, in welche Epithelien in wechselnder Menge und vereinzelte Leukocyten, sowie oft auch amorphe und krystallinische Salze eingebettet sind.

Die Tripperfäden setzen sich entweder aus dichten Anhäufungen von Eiterzellen zusammen, oder sie enthalten Eiter- und Epithelzellen nebeneinander, wobei bald die einen bald die anderen vorwiegen; schliesslich können sie auch allein aus Epithelzellen gebildet sein. In

Fig. 42.



a Harnfilament, bestehend aus Eiter- und Epithelzellen, *b* Harnfilament, bestehend aus Spermatozoen und vereinzelten Leukocyten, *c* Harnfilament, bestehend aus Eiterkörperchen.

Fällen, in welchen der Urinentleerung eine Samenejaculation vorausgegangen ist, sowie bei Personen, welche an Spermatorrhoe leiden, finden sich gleichzeitig mehr oder weniger zahlreiche Spermatozoen in den Filamenten.

Bei der mikroskopischen Betrachtung zeigt sich, dass das makroskopische Aussehen der Urethralfäden von ihrem Gehalt an zelligen Elementen abhängt. Je zellärmer sie sind, desto mehr entsprechen sie dem Typus der schleimig-gelatinösen Fäden.

Zur mikroskopischen Untersuchung der Filamente benützt man am besten den ersten Morgenharn, von dem man nur die ersten 10—15 Ccm. auffangen lässt, da besonders die gelben Fäden gewöhnlich sehr bröcklig sind und sich in einer grösseren Harnmenge leicht auflösen.

Man fischt sie mit einer Pincette oder gebogenen Nadel heraus und breitet sie vorsichtig auf dem Objectträger zur Untersuchung aus.

Secret aus den Genitaldrüsen (Fig. 43). Einen recht häufigen Bestandtheil des Harnsediments bilden die Spermatozoen. Sie finden sich im Urin nach Coitus und Pollutionen, ferner bei Erkrankungen der Genitalorgane, sowie nach Krampfanfällen und bei schweren, fieberhaften Krankheiten, besonders bei Typhus. Sie treten bald vereinzelt, bald in grosser Menge auf, häufig fadenförmig angeordnet (Fig. 42). Auch im Urin von Frauen, welcher nach einer Cohabitation entleert wird, können Spermatozoen nachweisbar sein.

Mitunter sind sie noch in lebhafter, schlängelnder Bewegung, sehr häufig bewegungslos. Ihr charakteristisches Aussehen lässt sie ohne Mühe erkennen. Daneben zeigen sich bisweilen grosse rundliche Zellen

Fig. 43.



a Spermazoën, *b* Prostatakörperchen (Corp. amylac.), *c* Spermakrystalle.

mit deutlichen Kernen, welche Samenfäden einschliessen. Nicht selten sieht man ferner zarte, blasse cylindrische Gebilde mit homogener Grundsubstanz, welche aus den Hodencanälchen stammen und in ihrem Aussehen hyalinen Cylindern gleichen, sogenannte Hodencylinder. Die gleichzeitige Anwesenheit der Spermatozoen, welche den Hodencylindern oft aufliegen, differenzirt diese von den echten hyalinen Cylindern.

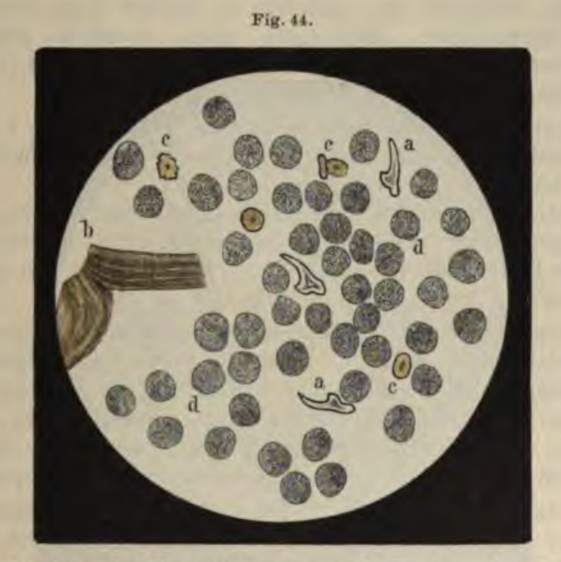
Prostatasecret ist bei Erkrankungen der Prostata und nach Massage derselben (Expressionsharn) dem Urin beigemischt. Es finden sich alsdann im Sediment zahlreiche hellglänzende, kleine Körner, Lecithinkörnchen genannt, ferner rundlich oder eckig gestaltete Gebilde mit deutlicher concentrischer Schichtung, welche als Prostatakörper oder auch, weil sie in ihrem Aussehen Stärkekörnern gleichen, als Corpora amylacea bezeichnet werden.

Die Bildung der so charakteristischen *Böttger*'schen Spermakrystalle, welche nach Zusatz eines Tropfens einer 1%igen Lösung von phosphorsaurem Ammoniak zum Prostatasecret entstehen, tritt nicht ein, wenn das Secret mit Harn vermischt ist.

Thierische Parasiten. Unter den im Harn vorkommenden thierischen Parasiten ist es vor allem der Echinococcus, welcher unser Interesse erweckt, da die übrigen entweder in unseren Breiten nicht beobachtet werden oder nur zufällige Befunde darstellen, ohne eine pathognomonische Bedeutung zu besitzen.

Echinococcusbestandtheile erscheinen im Urin, wenn der Echinococcus sich im Harnapparat selbst entwickelt hat oder aus der Nachbarschaft in denselben durchgebrochen ist.

Fig. 44.



a Echinokokkenhaken, *b* Echinokokkenmembran, *c* rothe Blutkörperchen, *d* Leukocyten.

Man findet alsdann ganze Blasen, welche in grosser Menge entleert werden können, ferner die überaus charakteristischen Haken, sowie einzelne Membranfetzen, deren deutlich geschichtete Structur sie leicht erkennen lässt (Fig. 44).

Bei tropischer Chylurie werden im Harn die Embryonen der Filaria sanguinis, einer Nematode, gefunden. Sie sind durchscheinende, cylindrische Gebilde von 0,2 Mm. Länge mit abgestumpftem Kopf- und zugespitztem, schlingenartig gewundenem Schwanzende; eine structurlose Hülle, innerhalb welcher sie stark beweglich sind, umgiebt sie.

Gleichfalls zu den Nematoden gehört ein beim Menschen sehr selten beobachteter Parasit, der Eustrongylus gigas, Palisadenwurm, welcher sich in der Niere ansiedelt und zur Pyurie und Hämaturie führt. Seine Eier, welche mit dem Harn ausgeschieden werden, zeigen ovale Gestalt und bräunliche Färbung; sie sind mit einer dicken Hülle

umgeben, deren Oberfläche mit zahlreichen kleinen, halbkugelförmigen Buckeln besetzt ist.

Distoma haematobium. Der zur Classe der Trematoden gehörende Wurm ist der Erreger einer in Egypten überaus verbreiteten Erkrankung, der egyptischen Hämaturie, die auch nach dem Entdecker dieses Parasiten, *Bilharz*, Bilharziakrankheit genannt wird. Sie verläuft unter den Symptomen eines schweren Blasenkatarrhs und geht mit länger dauernden Blutungen einher.

Man findet bei der mikroskopischen Untersuchung im Harn zahlreiche Distomumeier*, die „bald einzeln liegen, bald auch zu sechs und mehr von Schleim und Blutgerinnseln umgeben sind". Die Eier sind von zweifacher Form. „Die einen haben ziemlich schlanke, ovale Gestalt mit einem abgerundeten vorderen und einem zugespitzten hinteren Ende, während die anderen in einiger Entfernung von dem gleichfalls abgerundeten Hinterende einen ziemlich geraden zahnartigen Dornfortsatz tragen." Ihre Länge beträgt circa 0,12, ihre Breite 0,04—0,05 Mm.

Vollkommen bedeutungslos sind die Infusorien, Cercomonas urinarius und Trichomonas vaginalis, welche mitunter im Harnsediment auftreten.

Der erstere findet sich namentlich im eiweisshaltigen, alkalischen Urin; sein oval oder rundlich gestalteter Körper erscheint granulirt und ist etwas kleiner als ein Leukocyt. Er besitzt ein bis drei Geisseln, mit deren Hilfe er sich schnell bewegt.

Trichomonas vaginalis gelangt aus dem Vaginalsecret in den Harn, in welchem er meist in lebhafter Bewegung angetroffen wird. Er ist von länglicher, birnen- oder biscuitförmiger Gestalt und besitzt an dem einen Ende des Körpers zwei oder drei Geisseln, das andere läuft in einen steifen, unbeweglichen Fortsatz aus. An der Basis der Geisseln sitzen kurze, ununterbrochen schwingende Wimperhärchen.

Oxyuris vermicularis findet sich im Urin kleiner Mädchen, bei denen er bei der Entleerung des Harns aus der Vulva fortgespült wird.

Als zufällige Beimengungen sieht man im Sediment ferner mitunter Amöben, Fliegenlarven, auch Pediculi pubis.

Verunreinigungen des Sediments (Fig. 45). Um diagnostische Irrthümer zu vermeiden, ist es nothwendig diejenigen Verunreinigungen zu kennen, welche sich am häufigsten bei der mikroskopischen Betrachtung des Sediments dem Auge des Untersuchers darbieten.

Das Vorkommen von Nahrungsresten, Pflanzenzellen, Muskelfasern etc. im Sediment weist darauf hin, dass Bestandtheile der Fäces in den Harn gelangt sind. Ist eine Blasenmastdarmfistel die Ursache dieser Beimengung, so wird der Harn gleichzeitig die Symptome einer schweren Cystitis zeigen. Sehr viel häufiger jedoch ist es ein mit Darminhalt verunreinigtes Uringefäss, welchem die im Niederschlag nachweisbaren Fäcesbestandtheile entstammen.

---

* Citirt nach *Leuckart*, Menschliche Parasiten.

Fruchtkörner, welche zufällig im Harn gefunden werden, erinnern oft auf den ersten Blick an Nierensteine. Vor einer Verwechslung mit diesen schützt aber ohneweiteres eine genaue mikroskopische und, wenn nöthig, chemische Untersuchung.

Eine Verunreinigung durch Auswurf ist oft schon mit blossem Auge an den im Harn schwimmenden Schleimballen zu erkennen.

Bei der mikroskopischen Untersuchung sieht man die in Schleim eingebetteten morphotischen Elemente des Sputums; besonders charakteristisch sind die mit dunklem, feinkörnigem Pigment beladenen Staubzellen.

Sehr oft zeigen sich Haare im Niederschlag, denen nur in den überaus seltenen Fällen von abnormer Haarbildung in der Blase und

Fig. 45.



a Pflanzenzellen, *b* Amylumkörner, *c* Luftblasen, *d* Pflanzenfasern.

bei Communication von Dermoidcysten der Nachbarorgane mit den Harnwegen eine diagnostische Bedeutung zukommt.

Ferner finden sich thierische und pflanzliche Fasern: die Wollfasern präsentiren sich als runde, ziegelartig mit Schuppen besetzte, häufig gefärbte Röhrchen. Seidenfäden erscheinen rund und glänzend und besitzen keine Innenhöhle. Baumwoll- und Leinenfasern sind dagegen hohle Gebilde, die ersteren sind bandartig und verlaufen meist gewunden, die letzteren erscheinen als gerade, mit Porencanälchen versehene Röhren. Baumwoll- und Leinenfasern werden auf Zusatz von Jodlösung und Schwefelsäure blau gefärbt.

Einen häufigen Befund bilden Amylumkörner, deren concentrische Schichtung und Blaufärbung durch *Lugol*'sche Lösung sie leicht

kenntlich macht. Früher erwähnt wurden bereits Fetttropfen (s. pag. 208) und Luftblasen. Die letzteren zeigen sich als Ringe mit doppelten, scharf abgesetzten, dunklen Contouren, deren Bild sich mit jeder Einstellung des Mikroskops verändert.

Schimmelpilze, welche von der Luft aus in den Harn gelangen können, sind an ihrem Mycelgeflecht ohne weiteres erkennbar.

Sprosspilze sind besonders in Zuckerharnen sehr häufig nachweisbar. Die Zellen liegen einzeln oder in Haufen und sind oft in Sprossung begriffen. Sie haben eine gewisse Aehnlichkeit mit ausgelaugten Blutkörperchen, unterscheiden sich aber von ihnen durch ihre scharfe Umgrenzung, ihr starkes Lichtbrechungsvermögen und ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber der Einwirkung von Säuren und Alkalien.

Die mikroskopische Untersuchung der Fäces.

Von Prof. v. **Hansemann.**

In den meisten Fällen müssen die Fäces für die mikroskopische Untersuchung erst vorbereitet werden. Nur die flüssigen Stühle können ohne weiteres mikroskopirt werden, die geformten müssen erst in einen flüssigen Zustand übergeführt werden. Es ist aber wichtig, dass man dieselben, bevor das geschieht, einer genauen Inspection unterwirft auf fremdartige Bestandtheile, die denselben von aussen anhaften. Man wird im allgemeinen nicht fehlgehen, wenn man annimmt, dass die den festen Kothballen aussen anhaftenden Theile dem unteren Abschnitt des Dickdarms entstammen, während die aus höheren Darmtheilen herrührenden Theile in der Masse der Fäces stecken. Natürlich können auch solche Theile an die Oberfläche gedrückt werden beim Formen der Fäces, aber Beimischungen aus dem S Romanum und dem Rectum dürften nur ausnahmsweise in das Innere fester Kothballen hineingepresst werden. Man wird also von diesen oberflächlich anhaftenden Theilen besondere Präparate anfertigen müssen.

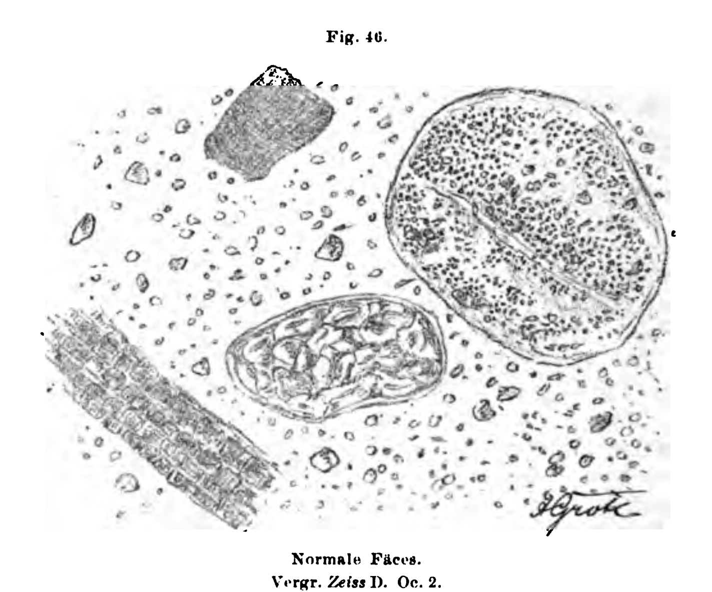
Die Verflüssigung fester Fäces geschieht durch vorsichtiges Umrühren kleiner Partikel in Wasser in einem Porzellanschälchen. Die Methoden, die von *Boas* und anderen angegeben wurden und die im wesentlichen auf das Durchspülen durch ein feines Haarsieb herauskommen, dienen wesentlich anderen Zwecken, als der mikroskopischen Untersuchung. Sind die Fäces verflüssigt, oder waren sie von vornherein flüssig, so werden sie in kleinen Portionen in einer flachen Schale ausgebreitet und bei schwarzer und weisser Unterlage makroskopisch betrachtet.

Alle irgendwie sich besonders auszeichnenden Dinge, die darin herumschwimmen, werden herausgefischt und der mikroskopischen Untersuchung unterworfen. Es sind das Schleimklümpchen, Schleimfasern oder Cylinder, faserige undurchsichtige, gelbliche oder auch grauweisse Gebilde, grössere weisse opake Körper, rothe oder braune klumpige Gebilde, Membranen u. dergl. Ueber die mikroskopischen Bestandtheile der Fäces existirt eine ausgedehnte Literatur. Dieselbe ist auch in zusammenfassenden Werken vielfach gesammelt worden. Von diesen erwähne ich die drei neuesten und vollständigsten Werke, in denen man alles nur Wünschenswerthe finden wird; nämlich die „makro- und

mikroskopische Diagnostik der menschlichen Excremente" von *Ledden-Hulsebosch* (1899), die klinische Diagnostik von v. *Jaksch* (5. Aufl. 1901) und die Fäces des Menschen von *Schmitt* und *Strasburger* (1901). Ausgezeichnete Abbildungen auf Tafeln enthält besonders die letzte Arbeit.

Schon der normale Stuhlgang (Fig. 46) ist sehr verschiedenartig zusammengesetzt und richtet sich nach der Art der Nahrung. Stets findet man mehr oder weniger deutliche Speisereste in den Fäces. Da sind zunächst pflanzliche Bestandtheile zu nennen: Spiralige Theile der Gemüseblätter, Chlorophyllkörner, grössere blasige Gebilde (Zellmembranen), Reste von Stärkekörpern, lange gestreckte Fasern u. dergl. mehr. Von der Fleischnahrung findet man Stücke quergestreifter Musculatur, elastische Fasern, hyaline Membranen. Manche Nahrungsbestand-

Fig. 46.



Normale Fäces.
Vergr. *Zeiss* D. Oc. 2.

theile gehen fast ganz unverändert durch den Darmtractus hindurch, z. B. die härteren Fasern der Spargel, die Hülsen von Preisselbeeren, Johannestrauben und andere.

Der Grad der Zerkleinerung der Speisen durch das Kauen wirkt stets auf die Form und Zusammensetzung der Fäces. Je sorgfältiger gekaut wurde, umso gleichmässiger sind die normalen Fäces. Manche Menschen haben die Gewohnheit, die Speisebrocken fast ungekaut herunterzuschlingen. Bei diesen treten dann bald in den Fäces grosse fetzige Gebilde auf. Dieselben bestehen aus halbverdauten Fleisch- und Kartoffelresten, denen sich je nachdem auch andere Dinge beimischen. In der Regel bleiben dieselben unbemerkt. Tritt aber ein Darmkatarrh hinzu, so werden die Fäces inspicirt und dann imponiren diese grossen Fetzen den Laien ganz ausserordentlich. So kommen sie denn zur Untersuchung. Ihre Natur ist unschwer festzustellen: die meist dunkel gefärbten, faserigen Massen enthalten elastische Fasern und quergestreifte

Muskulatur, sind also Fleisch gewesen; die weisslichen, etwas schmierigen Massen bestehen aus mikroskopischen, ovoiden Gebilden mit körnigem Inhalt und waren gekochte Kartoffeln. Man hat früher diese Massen als Darminfarcte bezeichnet. Als sonstige Beimengungen solcher grosser Fetzen fand ich noch Gemüseblätter und einmal Cigarrenblätter. Letztere stammten von einer Hysterica, wie denn überhaupt bei Hysterischen, Geisteskranken und Kindern die verschiedensten Ueberraschungen sich hier ereignen können, ohne dass daraus ohne weiteres ein Schluss auf eine besondere Darmkrankheit gezogen werden dürfte.

Die Fäces enthalten fast immer etwas Schleim, in der Regel jedoch nicht so viel, dass er makroskopisch in die Erscheinung tritt. Haften an der Oberfläche der geformten Fäces grössere Mengen von Schleim, so deutet das stets auf eine vermehrte Secretion. Das braucht noch nicht ein selbständiger Katarrh zu sein, sondern rührt oft lediglich von der mechanischen Reizung sehr harter Cybala her und findet sich daher nicht selten bei habitueller Obstipation. Doch gehen diese Zustände unmittelbar in die katarrhalischen über, so dass diese vermehrte Schleimproduction, verbunden mit der Anwesenheit zahlreicher Darmepithelien, die Diagnose Katarrh ermöglicht. Auch finden sich in solchen Fällen zuweilen grosse und lange, faden- oder strangförmige Schleimfetzen, die man als Schleimcylinder bezeichnet hat. Steigert sich der Katarrh, so dass die Fäces nicht geformt sind, so verliert der Schleim seine zähe, glasige Beschaffenheit, verflüssigt sich und nimmt relativ an Masse ab. Man kann ihn dann nur noch durch die Mucinreaction mit Essigsäure nachweisen. Schliesslich kann der relative Mucingehalt sehr gering sein. So wird man bei den profusen Diarrhöen der Cholera asiatica und nostras, des Typhus abdominalis und der dysenterischen Krankheiten Mucin mikroskopisch zuweilen ganz vermissen, in anderen Fällen aber reichlich nachweisen können. Doch giebt es dabei bei den einzelnen Krankheiten vielfache Variationen, so dass der Schleimgehalt und seine Form für die Diagnose der einzelnen Krankheit allein noch nicht entscheidend ist. Schwere ulceröse Processe, zum Beispiel Tuberculose oder Syphilis, produciren einmal viel Schleim, das anderemal wenig, ja es giebt solche Formen, bei denen die Fäces zunächst ganz normal aussehen. Zuweilen finden sich auch linsen- oder sagoartige Schleimklümpchen, die von *Virchow* und *Nothnagel* besonders beschrieben wurden. Es steht nicht fest, ob dieselben nicht von Nahrungsresten herrühren.

Auch Fett ist im normalen Stuhl vorhanden, meist in der Form von Nadeln und Drusen, seltener in Tropfenform. Die Diagnose ist leicht zu stellen, wenn man den Objectträger etwas erwärmt, wodurch die Krystalle zu Tropfen zusammenfliessen. Die Krystalle bestehen zuweilen aus fettsaurem Kalk. Dann muss man vor der Erwärmung etwas verdünnte Salzsäure zusetzen, wodurch die lockere Kalkverbindung leicht gelöst wird. Cholestearinkrystalle finden sich nicht häufig in den Fäces. Ihre Anwesenheit aber ist ohne jede pathognomonische Bedeutung. Stärkere Fettanhäufung in den Fäces deutet stets auf eine mangelhafte Fettverdauung und weist fast immer auf eine Störung der Gallensecretion oder auf eine Pankreaserkrankung hin. Uebermässige Fettaufnahme durch die Nahrung kann nur in den extremsten Fällen solche Erscheinungen hervorrufen.

Bei der Acholie findet man in den thonfarbenen Fäces die Fettkrystalle in besonderer Schönheit, wie die Figur 47 zeigt. *v. Jaksch* giebt die ausgezeichnete Abbildung (Klinische Diagnostik, Fig. 100) eines nicht seltenen Falles, bei dem die Fettkrystalle in Drusenform dargestellt sind. Bei Pankreaskrankheiten treten zuweilen die merkwürdigen reinen Fettstühle auf, auf die näher einzugehen hier nicht der Ort ist.

Fig. 47.



Fäces bei Acholie. Vergr. *Zeiss* 4. Oc. 8.

Ausser den Fettkrystallen kommen noch zahlreiche andere Krystalle und amorphe Salze und Kalkverbindungen vor, die meist als normale Bestandtheile aufzufassen sind, theils bei Krankheiten der verschiedensten Art auftreten, so dass sie für die Diagnose wenig Bedeutung haben.

Oxal- und kohlensaurer Kalk stammt aus der Nahrung, besonders nach reichlichem Genuss von vegetabilischen Stoffen. Der oxalsaure Kalk ist beim Menschen häufig, der kohlensaure selten. Letzterer ist bei Pflanzenfressern vielfach anzutreffen, bei denen ja auch die Kothsteine davon incrustirt sind. Die Kothsteine des menschlichen Processus vermiformis enthalten oft erhebliche Quantitäten davon. Der oxalsaure Kalk tritt in Oktaederform, der kohlensaure Kalk meist amorph auf, seltener in hantelförmigen Krystalloiden.

Phosphorsaurer Kalk ist überaus häufig, aber in geringer Quantität. Er bildet drusenartig aneinander gelagerte Krystalle von platter Form, die dem rhombischen System angehören, aber häufig abgebrochen sind.

Schwefelsaurer Kalk ist kein Bestandtheil der Nahrung oder des Stoffwechsels. Wenn er sich in den Fäces findet, so ist er irgendwie hineingerathen, zum Beispiel durch zufällige Beimischung zur Nahrung. Bei einer Hysterica wurden längere Zeit hindurch regelmässig Gypsbröckel in den Fäces gefunden, die aber wahrscheinlich gar nicht aus dem Darm stammten, sondern nach der Defäcation den Fäces beigemischt wurden.

Alle diese Kalksalze sind häufig durch Gallenpigment gefärbt, wodurch ihre histologische Diagnose erschwert sein kann. In zweifelhaften Fällen entscheiden die mikrochemischen Reactionen.

Auch die bekannten sargdeckelartigen Krystalle des Tripelphosphats (Fig. 48) gehören zu den normalen Bestandtheilen der Fäces. Häufiger findet man sie in pathologischen Stühlen, ohne dass indessen ihre Anwesenheit auf einen bestimmten Process hindeuten.

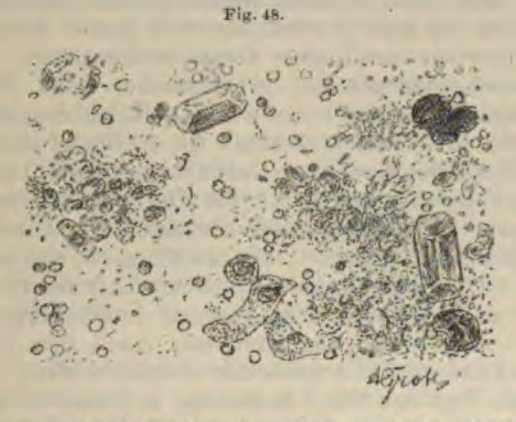
Von selteneren krystallinischen Beimischungen erwähne ich noch den milchsauren Kalk *(Uffelmann)*, der besonders bei Kindern gefunden wird, und die *Charcot-Leyden*'schen Krystalle. Sie wurden von *Nothnagel* bei Typhus abdominalis, von *Leichtenstern* bei Anchylostomiasis gefunden, ohne indessen für diese Krankheiten charakteristisch zu sein. Von den Blutkrystallen wird gleich noch die Rede sein. Gar nicht selten treten Krystalle in den Fäces auf, die von Medicamenten herrühren. Von diesen sind die Schwefelwismuthkrystalle, auf deren Vor-

kommen *v. Jaksch* hinweist, bei Wismuthgebrauch regelmässig zu finden. Auch Calomel kann man in den Fäces wiederfinden.

Das Urobilin, das den Fäces ihre Farbe verleiht, ist in gelöster Form vorhanden und entzieht sich als solches der histologischen Untersuchung. Auch wenn bei Dünndarmkatarrhen reichlich Gallenfarbstoff auftritt, so geschieht dies doch immer in gelöster Form. Nur durch Imbibition der Kothbestandtheile entstehen alle möglichen gelben oder grünlichen Körper, die zum Theil den Nahrungsresten angehören, zum Theil Krystalle oder Epithelzellen sind.

Unter bestimmten Umständen enthalten die Fäces Gallen- oder Pankreassteine. Die Gallensteine kommen in der Form des feinsten Grieses bis zu den grössten Concrementen vor. Nur die etwa bis bohnengrossen gelangen auf natürlichem Wege in den Darm. Die grösseren werden durch Fisteln entleert, die von der Gallenblase oder dem Ductus cysticus und choledochus nach dem Darm zu entstanden sind. Den grösseren Bestandtheilen sieht man ihre Natur ohne weiteres an. Die

Fig. 48.



Fäces mit Blut, Eiter, Tripelphosphatkrystallen und Geschwulstzellen bei Rectumcarcinom. Vergr. *Zeiss* 0,4. Oc. 4.

kleineren können mikroskopisch an dem Cholestearingehalt erkannt werden, indem man sie zertrümmert und mit Wasserzusatz unter das Mikroskop bringt. Man wird im allgemeinen vorziehen, in zweifelhaften Fällen die chemische Untersuchung zu machen. Zur Auffindung der Concremente, besonders wenn sie sehr fein sind, gehört eine genaue und sorgfältige Durchsiebung der Fäces, wozu besondere Apparate angegeben sind, von denen der von *Boas* wohl der beste sein dürfte.

Die mikroskopische Betrachtung der Fäces zeigt stets einige Cylinderzellen, die dem untersten Darmabschnitt entstammen, und einige Plattenepithelien, die sich vom Afterring loslösen und den geformten Fäces äusserlich anhaften. Epithelzellen der höheren Darmabschnitte werden schnell zerstört, so dass sie in normalen Fäces nicht gefunden werden. Ein gehäuftes Auftreten der Darmepithelien deutet immer auf einen pathologischen Process desquamativer Natur. Man braucht dabei noch nicht an wirklich ulceröse Processe zu denken. Der gewöhnliche Katarrh, wie jede entzündliche Reizung einer Schleimhaut, führt nicht nur zu

einer vermehrten Secretion, sondern auch zu einer Abstossung der Epithelien und gesteigerter Regeneration derselben. Sie treten dann nicht nur in gesteigerter Zahl auf, sondern auch in ganzen, zusammenhängenden Zellgruppen und kleinen Membranen, die schon makroskopisch als kleine Flocken sichtbar sind. Wird bei starken Diarrhöen der Darminhalt der höheren Abschnitte schnell nach unten befördert, so erscheinen auch die Epithelien des Dünndarms in den Fäces.

Bei allen diesen Entzündungen findet auch eine stärkere Durchwanderung der Schleimhaut von Leukocyten statt. Schon normaler Weise wandern Leukocyten durch die Darmwand durch. Sie quellen aber schnell auf und werden deshalb nur sehr selten in normalen Fäces nachgewiesen. Bei den Entzündungen dagegen und ganz besonders bei den chronischen Formen können sie in grosser Menge auftreten. Vorzüglich geschieht das, wenn der Sitz der Enteritis im unteren Abschnitt des Darmes sich befindet. Auch die ulcerösen Processe der Tuberculose, der Syphilis, der Dysenterie, sowie die ulcerirten Geschwülste und die sterkoralen Geschwüre können massenhafte Leukocyten produciren. Doch steigern sich diese Entzündungen niemals bis zur Ansammlung wirklichen Eiters, sondern beschränken sich immer auf die Production einzelner Leukocyten oder kleiner Gruppen derselben, wenn auch für die mikroskopische Betrachtung in ziemlicher Zahl. Wenn wirklich Eiter im Stuhlgang nachgewiesen wird, vielleicht sogar schon makroskopisch in grösseren Massen sichtbar ist, so deutet das stets auf den Durchbruch eines Abscesses hin. Derselbe kann der Darmwand selbst oder der Umgebung angehören. In der Darmwand kommen die folliculären Abscesse, die phlegmonösen Zustände im Anschluss an Ulcerationen der verschiedensten Art, die proctitischen und periproctitischen Entzündungen in Betracht. Aus der Nachbarschaft können peritonitische, epityphlitische und parametritische Abscesse in den Darm durchbrechen. Auch das Gallenblasenempyem kann sich nach dem Darm entleeren und vereiterte Echinokokken nach ihm durchbrechen.

Wenn sich Blut den Fäces beimischt, so hängt die mikroskopische Erscheinung desselben sehr wesentlich von dem Sitz des Blutes ab. Es ist ja bekannt, dass Blutungen in den höheren Abschnitten des Darms durch die Zersetzung des Blutfarbstoffes und durch Bildung von Schwefeleisen den Fäces eine schwarze Färbung verleihen. Aber auch wenn die Blutung weiter unten stattfindet und eine deutliche Rothfärbung hervorbringt, so sind doch nicht immer rothe Blutkörperchen nachzuweisen, sondern meist nur Blutpigment (Fig. 48). Dasselbe tritt in der Form von rothen und braunen Schollen oder von Krystallen auf (Hämatoidin). Die letztere Form ist zweifellos die seltenere; sie wurde von *Uffelmann* bei Säuglingen, von *Jaksch* in mehreren Fällen älterer Blutung gefunden. Auch bei frischen Blutungen höherer Darmabschnitte fand ich sie einigemale. In gelöster Form entzieht sich das Blut der mikroskopischen Betrachtung und ist durch die chemische Reaction nachzuweisen. Nur in den Fällen, dass das Blut den unteren Darmabschnitten entstammt, findet man mikroskopisch Erythrocyten. Das ist zum Beispiel der Fall bei typhösen Geschwüren des Dickdarms, bei Dysenterie, die bis in das Rectum herabreicht, bei tiefsitzenden tuberculösen und syphilitischen Geschwüren, beim Rectumcarcinom und anderen Dingen. Das Blut der Hämorrhoiden und der Rhagaden sitzt

den geformten Fäces meist äusserlich auf und ist ganz frisch und unverändert.

Der Nachweis von Blutkörperchen und Blutpigmenten oder Krystallen in den Fäces deutet nicht ohne weiteres auf eine Continuitätstrennung der Darmwand oder einen geschwürigen Process hin. Es ist bekannt, dass bei cyanotischen Katarrhen, bei Stauungen im Pfortadersystem, bei der hämorrhagischen Diathese (schweren Anämien, Icterus, Phosphorvergiftung, Scorbut etc.) Blut auch durch Diapedese in den Darm übertreten kann.

Von sonstigen Zellen wird man in den Fäces häufig Gelegenheit haben, nach Geschwulstzellen zu suchen. Man darf jedoch in dieser Beziehung keine zu grossen Erwartungen an die Befunde stellen. Die Zellen, die sich von der Oberfläche einer Darmgeschwulst abstossen, sind in der Regel schon durch die Einwirkung des Darmsaftes so weit zerstört, dass sie nur noch als uncharakteristische Rudimente auftreten. Nur selten findet man Zellconglomerate, die durch ihre gegenseitige Lage und die Unregelmässigkeit ihrer Form schon eher etwas aussagen über die Anwesenheit einer Geschwulst (Fig. 48). Es ist unumgänglich und auch am einfachsten, diese Gebilde frisch zu untersuchen. Jede Fixirung nimmt ihnen etwas von ihrer charakteristischen Erscheinung. Man kann mit Sicherheit ein Carcinom annehmen, wenn die Zellen eines solchen Haufens einen deutlichen Polymorphismus erkennen lassen und gleichzeitig Fettmetamorphose in ihnen vorhanden ist. Fehlen aber diese Eigenschaften, so schliesst das die Diagnose Krebs noch nicht aus. Mir ist es nur selten begegnet, dass ich aus den Fäces allein mit Sicherheit die Diagnose auf Carcinom stellen konnte.

Häufiger noch ereignet es sich, dass ganze Gewebsstücke per anum entleert werden. Diese werden behandelt, wie man excidirte Stücke zu behandeln hat. Es wird später noch von ihnen ausführlich die Rede sein.

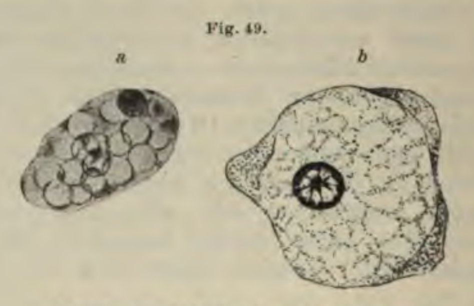
An dieser Stelle will ich auch noch des Fibrins Erwähnung thun. In grösseren Mengen kommt es nur bei der chronischen Enteritis membranacea vor, die bekanntlich eine ziemlich seltene Erkrankung ist. In kleinen Mengen und Fetzen findet man es auch bei anderen, meist chronischen Erkrankungen, so bei der chronischen Dysenterie, im typhoiden Stadium der Cholera und bei verschiedenen geschwürigen Processen, zum Beispiel den tuberculösen, syphilitischen und sterkoralen Geschwüren. Seine Anwesenheit in diesen kleinen Mengen lässt also nicht auf eine bestimmte Krankheitsform schliessen. Es ist nicht ganz leicht, das Fibrin in geringen Mengen ohne weiteres aufzufinden und zu erkennen. Man kann es leicht mit Schleimfasern und Nahrungsbestandtheilen verwechseln. Es entscheidet stets die Reaction mit Essigsäure, die in Mucin Niederschläge hervorbringt, das Fibrin dagegen auflöst, die Nahrungsreste kaum wesentlich verändert (elastische Fasern). Das Fibrin aus dem Darm zeigt meist die feinfädige Structur, seltener besteht es aus gröberen und hyalinen Balken. Im letzteren Falle stammt es meist von der Oberfläche alter Geschwüre und ist dann gewöhnlich mit Blut oder Blutfarbstoff untermischt.

Kein Organ des Menschen enthält so häufig und so vielartige Parasiten wie der Darm. Es liegt das in dem Umstand, dass die Mehrzahl der Parasiten oder deren Eier mit der Nahrung aufgenommen

werden. Die grosse Mehrzahl dieser Parasiten gehören zu den Bakterien und werden in dem dritten Abschnitte dieses Buches abgehandelt werden. Hier kommen wesentlich die thierischen Parasiten in Betracht. Aber auch nicht alle thierischen Parasiten, die den Darm bewohnen, treten in den Fäces auf. Von manchen, zum Beispiel den Bandwürmern, findet man nur die geschlechtsreifen Glieder. Von anderen gehen nur die Eier in den Koth über. Wieder andere, zum Beispiel die Trichinen, erscheinen nur in den Fäces, wenn man sie durch geeignete Mittel heraustreibt, und weder sie noch ihre Eier sind spontan in den Stuhlgängen aufzufinden. Wir folgen bei ihrer Besprechung dem zoologischen System und beginnen mit den niedrigsten Formen, den Protozoen.

Wenn man die Fäces auf Protozoen untersuchen will, so ist es vor allem nothwendig, die Untersuchung sofort vorzunehmen, so lange die Fäces noch körperwarm sind. Die Amöben vertragen die Abkühlung durchaus nicht und verschwinden schnell, so dass man gar keine oder nur einige encystirte Individuen auffindet. Obwohl man sich gerade in den letzten Jahren viel mit diesen Amöben beschäftigt hat, so ist doch nicht eine wesentlich grössere Klarheit über ihre Bedeutung geschaffen

Fig. 49.



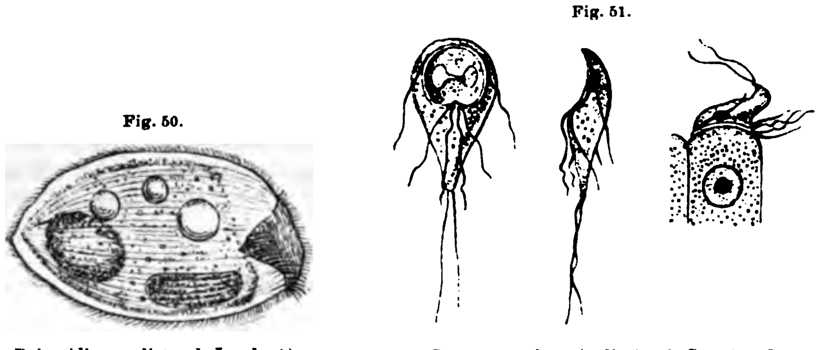
Amoeba coli (*a* nach *Römer*, *b* nach *Doflein*).

worden. Ursprünglich unterschied man drei Formen, die Amoeba vulgaris, mitis und dysenteriae. Die beiden ersten wurden dann zu einer Art zusammengezogen, da es nicht mit Sicherheit gelang, sie von einander zu unterscheiden. Sie scheinen harmlose und ungefährliche Parasiten des Darms zu sein. Sie sind Zellen von 25—35 μ Durchmesser, mit träger Beweglichkeit und enthalten häufig Bakterien und Speisereste, aber niemals Blut. Die encystirte Form ist doppelt conturirt. Die Amoeba dysenteriae zeigt dagegen sehr verschiedene Grösse, 10 bis 15 μ, und sehr lebhafte Beweglichkeit (Fig. 49). Die kleinen werden als Jugendformen angesehen. Encystirte Individuen haben einen einfachen Contur. Neben Bakterien und Ingesta findet man auch Blut im Innern dieser Amöben. Die Unterschiede sind nicht so sehr bedeutend, wie man sieht, und es ist wohl möglich, dass man einmal dazu kommt, diese Amöben als eine einzige Art zu betrachten oder sie in viel zahlreichere Arten aufzulösen, wenn genauere Unterschiede erkannt sind. Nur ist es zweifellos, dass man sie bei gewissen Fällen der epidemischen und auch der sporadischen Dysenterie ganz besonders häufig gefunden hat, und zwar in allen Erdtheilen. Auch ist es gelungen, durch Verfütterung und durch Einspritzen in den Darm bei Katzen dieselben

dysenterischen Veränderungen zu erzeugen, wie beim Menschen. Freilich giebt es keine Reinculturen von Amöben, man überträgt also immer auch gleichzeitig Bakterien, die dem Dysenteriedarm entstammen.

Andere, sicher harmlose Parasiten, die dieser niederen Thierreihe angehören, sind das Balantidium coli (Fig. 50), das Cercomonas intestinalis (Fig. 51) und das Trichomonas intestinalis (Fig. 52). Ich begnüge

Fig. 50. Fig. 51.

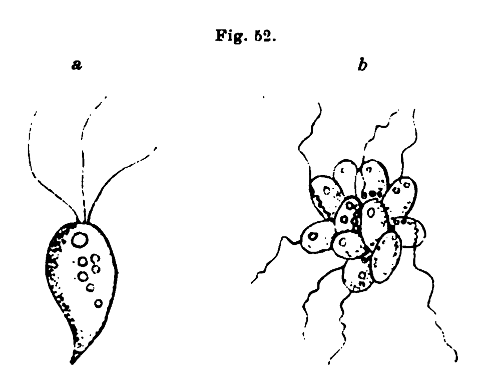


Balantidium coli (nach *Leuckart*.)

Cercomonas intestinalis (nach *Grassi* und *Schlewiakoff*).

mich, Abbildungen von diesen Infusorien zu geben, und gehe nicht weiter auf ihre Beschreibung ein, da sie keine Bedeutung für Krankheiten haben. Es ist indessen immerhin bemerkenswerth, dass verhältnismässig so hoch organisirte Infusorien als Parasiten im Darm vorkommen. Da sie sich auch encystiren, so muss man darauf gefasst sein, gelegentlich den Cysten derselben in den Fäces zu begegnen.

Fig. 52.

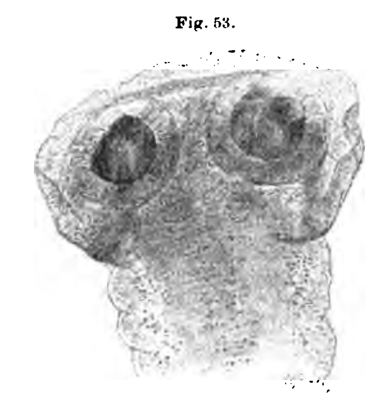


Trichomonas intestinalis (*a Grassi*, *b* nach *Kruse*).

Von grösserer Bedeutung für die Pathologie als die Amöben sind die Plathelminten, die Plattwürmer. Es giebt zwei parasitisch lebende Familien derselben. Die Trematoden oder Saugwürmer passiren nur den Darm, um sich dann in anderen Organen anzusiedeln. Sie gehören also nicht zu den eigentlichen Darmparasiten. Ihre Eier und Embryonen könnten also nur einmal als zufällige Beimischungen der Fäces ge-

funden werden. Dagegen sind die Cestoden oder Bandwürmer fast ausschliesslich reine Darmparasiten. Bei Thieren kommen solche auch in der Leber und in anderen Organen vor, beim Menschen aber leben sie nur im Darm. Sie bestehen aus einem Kopf, der mit Haftapparaten ausgestattet ist, und den Gliedern, den Proglottiden. Jedes Glied stellt ein rudimentäres Individuum dar. Die Glieder, die dem Kopf am nächsten sitzen, sind die kleinsten und geschlechtlich unreif. Die reifen und grösseren Proglottiden sind am Ende des Bandwurms. Sie lösen sich los und gelangen in die Fäces, in denen man häufig auch die aus den Geschlechtsapparat ausgestossenen Eier findet. Die Bandwürmer haben einen Generationswechsel, d. h. sie treten in zwei Formen auf, von denen nur die Bandwurmform im Darm lebt, während die Blasenform (Finne, Cysticercus, Cysticercoid) in einem sogenannten Zwischenwirth in anderen Organen lebt. Als Zwischenwirthe kennt man Schweine, Rinder, Fische, Insecten etc., auch den Menschen. Wenn man die Eier von Band-

Fig. 53.



Kopf der Taenia saginata.

Fig. 54.



Taenia saginata.

würmern verschluckt, so entwickelt sich daraus nicht sogleich wieder ein neuer Bandwurm, sondern eine Finne, die im Gehirn, den Augen, den Muskeln, seltener im Herzen oder anderen inneren Organen lebt. Erst wenn eine solche Finne mit der Nahrung aufgenommen wird, so entsteht daraus wieder ein Bandwurm.

Fast jedes Thier hat seine besonderen Bandwurmformen. Das liegt daran, dass die verschiedensten Zwischenwirthe den einzelnen Thierarten zur Nahrung dienen. So kommen auch beim Menschen nur diejenigen Bandwürmer vor, deren Finnen sich in dem Nahrungsfleisch der Thiere befinden. Vielleicht giebt es auch eine gewisse Immunität gegen gewisse Bandwürmer, indem der Magen oder Darmsaft imstande ist, die Finnen gewisser Cestodenarten abzutödten.

Die häufigste beim Menschen vorkommende Tänienart ist die Taenia saginata oder mediocanellata. Es ist diejenige, die man hier in Berlin fast ausschliesslich zu Gesicht bekommt. Ihre Finne bewohnt die Musculatur des Rindes und gelangt mit rohem Schabefleisch oder ungenügend erhitztem Braten in den Magen des Menschen. Der Kopf dieser Tänie (Fig. 53) hat kein ausgesprochenes Rostellum und keinen

Hakenkranz. Er trägt vier Saugnäpfe, die selbst mit ihrer Umgebung schwarz pigmentirt sind. Nur ganz junge Individuen sind unpigmentirt. Man kann diese Art daher an ihrem Kopf schon makroskopisch erkennen. Die reifen Glieder (Fig. 54) haben einen fein verästelten Genitalschlauch mit einem deutlichen Mittelcanal und einer seitlich gelegenen Genitalöffnung. Der ganze Wurm erreicht eine Länge von 7 Metern. Die abgestossenen Glieder treten meist lebend aus dem After, gewöhnlich bei der Defäcation, zuweilen aber auch ausserhalb derselben. Die Eier (Fig. 61 *a*), von ovoider, fast kugeliger Gestalt, haben eine doppelt contourirte Chitinwand mit radiär gestreifter peripherischer Zone. Im Innern sieht man je nach der Entwicklung des Eies eine körnige Masse oder einen jungen Embryo mit einigen Haken. Diese verschwinden aber bei der weiteren Entwicklung wieder. Die Eier sind sehr klein, man muss sie mit stärkeren Vergrösserungen aufsuchen, weil sie sonst leicht übersehen werden.

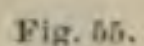


Fig. 55.



Kopf von Taenia solium.

Fig. 56.



Taenia solium.

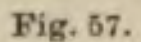
Im Vergleich zu dieser Tänie ist die Taenia solium ganz ausserordentlich selten geworden. Sie war früher, als die Fleischschau weniger gut durchgeführt war, viel häufiger. Ich habe in den letzten 7 Jahren nur 2 Exemplare gesehen, auf etwa 230 Exemplare von Taenia saginata, bei einem Sectionsmaterial von etwa 10.000 Fällen. Ihre Finne lebt im Schwein und ist dort leicht schon makroskopisch zu sehen. Auch wird rohes Schweinefleisch viel seltener genossen als rohes Rindfleich. Sie erreicht nur eine Länge von 2—3 Meter. Der Kopf (Fig. 55) ist unpigmentirt, hat ein deutliches Rostellum und vier flache Saugnäpfe. Um das Rostellum befindet sich ein schöner Hakenkranz. Der Geschlechtscanal ist gröber und einfacher als der von Taenia saginata und dendritisch verzweigt, ohne deutlichen Mittelcanal (Fig. 56). Die Eier sind kleiner als die von Taenia saginata, im übrigen aber nicht leicht von denselben zu unterscheiden. Es dürfte Schwierigkeiten machen, die Art der Tänie aus ihren Eiern zu diagnosticiren, wenn man nicht Vergleichsobjecte zur Hand hat.

Gegenüber diesen beiden Formen von Tänia spielen die übrigen beim Menschen vorkommenden Arten nur eine geringe Rolle. Ich erwähne sie daher nur kurz.

Die 2—3 Cm. lange Taenia nana bewohnt den Dünndarm in zahlreichen, bis zu 1000 Exemplaren. Sie ist vorne sehr dünn und verdickt sich schnell nach der Mitte zu. Der Zwischenwirth ist unbekannt. Sie hat vier Saugnäpfe und einen Hakenkranz um ein ovales Rostellum. Sie ist in Deutschland selten, häufiger in den Mittelmeerländern, z. B. in Italien.

Die Taenia flavo punctata (diminuta, minima) wird 3 bis 7 Cm. lang und hat keinen Hakenkranz. Die unreifen Glieder haben einen gelben Fleck, die reifen sind bräunlichgrau gefärbt. Als Zwischenwirthe betrachtet man einige Schmetterlings- und Käferlarven. Sie ist vereinzelt bei Menschen gefunden worden. Häufig ist sie bei Ratten und Mäusen.

Die Taenia cucumerina (elliptica) wird bis 20 Cm. lang. Ihre Glieder sind in der Mitte breiter als an den Enden wie abgestumpfte Ellipsen. Die Eier, die sehr klein sind, liegen in rundlichen Körpern, den sogenannten Cocons, die die Proglottiden fast ganz ausfüllen. Der Kopf mit vier Saugnäpfen hat ein lang vorgeschobenes Rostellum, an den in drei bis vier Reihen angeordnet 60 Haken sitzen. Die reifen Glieder sind röthlich gefärbt. Männliche und weibliche Geschlechtsöffnung ist getrennt. Als Zwischenwirth hat *Leuckart* den Hundehaarling


Fig. 57.


Kopf des Bothriocephalus latus.

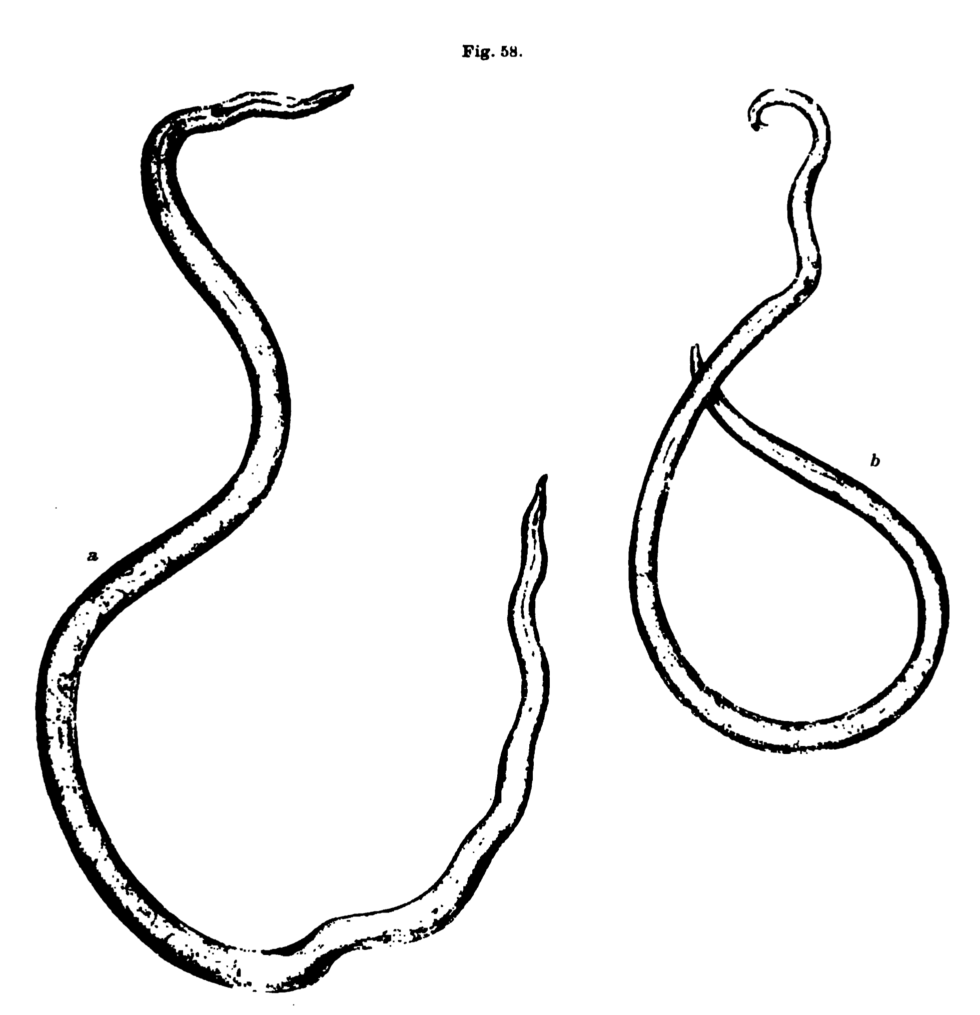
(Trichodectes canis), *Grassi* den gewöhnlichen Hundefloh bezeichnet. Auch diese Tänie findet sich nur zufällig beim Menschen. Ihr gewöhnlicher Wirth ist der Hund und die Katze.

Der Vollständigkeit wegen sei hier noch erwähnt, dass *Linstor* bei Negern eine noch nicht genauer bekannte Bandwurmart beschrieben hat unter dem Namen Taenia africana.

Einer anderen Familie von Bandwürmern gehört der Bothriocephalus latus oder Grubenkopf an. Er ist der längste von allen Bandwürmern, denn er erreicht eine Länge von über 8 Metern und setzt sich aus 4000—5000 Gliedern zusammen. Dieselben sind breit und kurz und enthalten den traubenförmigen Geschlechtskörper, der sich aus einem gewundenen Canal zusammensetzt. Männliche und weibliche Geschlechtsöffnungen münden dicht neben einander. Der längliche Kopf (Fig. 57) mit sehr langem Hals ist vorne keulenförmig und abgeplattet; er trägt zwei längliche Saugrinnen, mit denen er aber dem Darm nicht sehr fest anhaften kann. Die Eier des Bothriocephalus latus (Fig. 61 *b*) sind sehr charakteristisch. Sie sind viel grösser als die Tänieneier, oval und haben an einem Pol eine kreisförmige Fuge, die einen Deckel von der übrigen Schale absetzt. Beim Austreten des Embryo hebt sich dieser Deckel ab. Die Finne lebt in See- und Süsswasserfischen und der Bothriocephalus ist daher überall da häufig, wo rohe und geräucherte Fische häufig gegessen werden.

Der Bothriocephalus cordatus wird nur einen Meter lang. Der Kopf ist kurz, breit und herzförmig. Die Finne lebt in Seefischen des hohen Nordens, woher der Bandwurm auch nur bei Menschen und Thieren der Eisregion gefunden wird.

Fig. 58.



Ascaris lumbricoides. *a* Weibchen, *b* Männchen. Nat. Grösse.

Endlich ist der noch nicht weiter bekannte, von *Davaine* als Bothriocephalus cristatus bezeichnete Bandwurm zu erwähnen.

Auch die Nemalthelminten (Rundwürmer) bewohnen vielfach den Darm des Menschen, und zwar sind es hauptsächlich die Nematoden oder Fadenwürmer, denen die menschlichen Darmparasiten zuzurechnen sind. Nur der Echinorrhynchus gehört zur Ordnung Acanthocephalus.

Für den Menschen kommen folgende Nematoden in Betracht:

I. Ascaridae. Ascaris lumbricoides. Ascaris mystax. Oxyuris vermicularis.

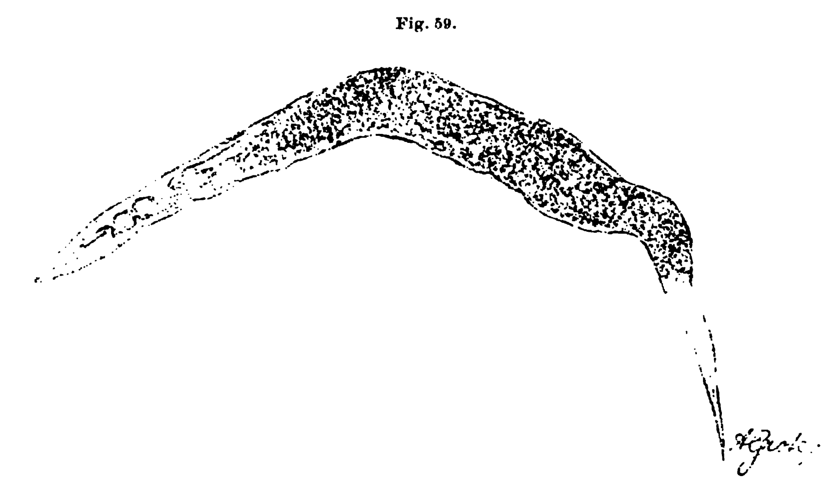
II. Strongylidae. Anchylostoma duodenale.

III. Anguillulidae. Anguillula intestinalis (stercoralis).

IV. Trichotrochelides. Trichocephalus dispar. Trichina spiralis.

Der Ascaris lumbricoides (Spulwurm, Fig. 58) ist der häufigste aller Darmparasiten. Für die mikroskopische Diagnostik kommen jedoch nur seine Eier in Betracht, da er selbst eine Länge bis zu 20—40 Cm. erreicht. Die Eier, die dem Stuhl häufig in grosser Zahl beigemischt sind, haben ein charakteristisches Aussehen (Fig. 61 *c*). Sie sind 0,05—0,08 Mm. im Durchmesser, ovoid und von einer buckeligen Eiweissschicht um-

Fig. 59.



Oxyuris vermicularis. ♀ Vergr. *Zeiss a**. Oc. 6.

geben, die auf dem optischen Querschnitt unter dem Mikroskop wie eine undulirende Membran erscheint. Diese Hülle ist für die Eier von grosser Bedeutung, da sie dieselbe vor dem Austrocknen und vor dem Erfrieren schützt.

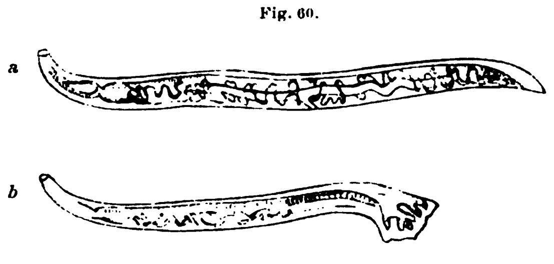
Der nur etwa 12 Cm. lange Ascaris mystax gehört eigentlich den Hunden und Katzen an und kommt nur selten in den Menschen. Seine Eier sind kugelig und haben eine feine glatte Eiweissmembran. Die Oberfläche sieht aber feinzackig aus durch zahlreiche Grübchen in der Chitinschicht. Die Eier sind etwas grösser als die von Ascaris lumbricoides.

Der Oxyuris vermicularis (Madenwurm, Springwurm, Pfriemenschwanz, Fig. 59) kann schon eher als Ganzes Gegenstand mikroskopischer Betrachtung werden, denn er wird nur wenige Millimeter lang, nämlich das Männchen 3—4, das Weibchen 8—12 Mm. Ein grosser Theil dieser Länge beim Weibchen kommt auf das fadenförmig ausgezogene Schwanzende. Das Männchen ist hinten stumpf abgerundet.

Der Kopf ist knopfförmig und besitzt drei Lippenfalten. Die ziemlich uncharakteristischen Eier sind fast doppelt so lang als breit (50:25 μ). Da die Oxyuren den untersten Theil des Dickdarms bewohnen, so sind sie nicht nur dem Stuhl beigemengt und aufgelagert, sondern sie treten auch spontan aus und können in die Vagina übergehen. Auch in einem Ekzem des Oberschenkels wurden sie gefunden. Frisch entleert sind sie sehr lebhaft, sterben aber dann bald ab. Eine Autoinfection tritt gewöhnlich dadurch ein, dass die Menschen, meist Kinder, den stark juckenden After mit den Fingern reiben und die in grosser Zahl vorhandenen Eier auf die Nahrung oder direct in den Mund übertragen.

Der gefürchtetste aller Darmparasiten ist das Anchylostoma duodenale oder Dochmius oder Strongylus duodenalis (Fig. 60). Er lebt in grosser Zahl im Duodenum und oberen Dünndarm und bohrt sich mit seinem Kopf so tief und fest in die Darmwand ein, dass er gewöhnlich nicht in die Fäces gelangt. Das Männchen ist 10 Mm. lang, sein Schwanzende lappig mit zwei Spicula. Das Weibchen ist hinten zugespitzt, 12—18 Mm. lang. Der Kopf der Thiere ist rückwärts gekrümmt und die Mundöffnung ist mit vier klauenförmigen Haken armirt.

Fig. 60.



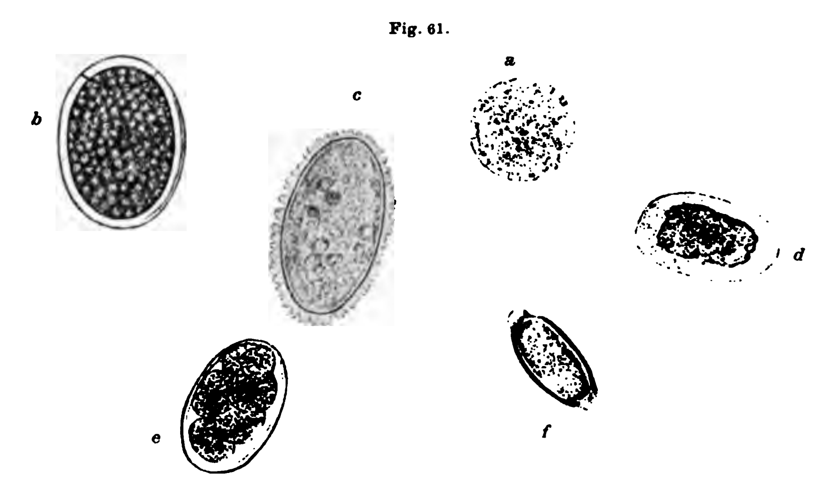
a ♀, *b* ♂ von Anchylostoma duodenale (nach *Leukart*).

Die Diagnose wird aus den massenhaft in den Fäces auftretenden Eiern leicht und sicher gestellt (Fig. 61 *d* u. *e*). Diese sind etwa 45 μ lang und 25 μ breit, einfach conturirt und enthalten alle Stadien der Entwicklung nebeneinander, von der einfachen Eizelle bis zum fertigen Embryo. Man kann ohne weiteren Zusatz die Furchungskugeln und das Blastulastadium erkennen, sowie die sehr deutlichen Kerne und Kernkörperchen. Die Parasiten selbst findet man nicht in den Fäces. Wenn sie absterben, so verschwinden sie auf dem Wege vom Duodenum bis zum After. Mit den Fäces gelangen die Eier in die Erde und kommen von hier wieder an und in den Menschen. Epidemien der Krankheit werden besonders bei Erdarbeitern und in Ziegeleien beobachtet. Im Schlammwasser einer Ziegelei konnten die Eier nachgewiesen werden. Da die Anchylostomiasis unter dem Bilde einer starken, ja lebensgefährlichen Anämie verläuft, die Parasiten aber, wenn man ihre Anwesenheit einmal erkannt hat, meist leicht zu entfernen sind, so sollte man bei keinem Fall von Anämie verabsäumen, die Fäces auf Anchylostomaeier zu untersuchen. Sehr häufig beherbergen die Träger der Anchylostomen auch Oxyuris vermicularis und die gleich zu beschreibenden Anguillula stercoralis und Trichocephalus dispar. Verwechslungen mit diesen Parasiten können aber nicht vorkommen, da sie selbst wie

auch ihre Eier gänzlich verschieden von einander und von den Anchylostomen sind.

Die **Anguillula stercoralis** (Fig. 62) oder **intestinalis** hat einen überaus complicirten Generationswechsel, so dass man ursprünglich annahm, es gäbe zwei gänzlich verschiedene Parasiten, von denen man den einen A. stercoralis, den anderen A. intestinalis nannte. Der Name Anguillula rührt von der aalähnlichen Form und Beweglichkeit der

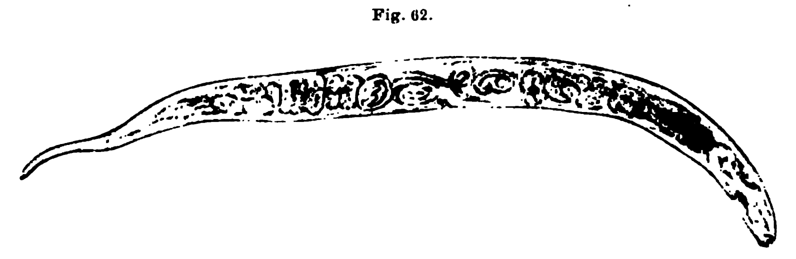
Fig. 61.



Eier von *a* Taenia saginata, *b* Bothriocephalus latus, *c* Ascaris lumbricoides, *d* u. *e* Anchylostoma duodenale, *f* Trichocephalus dispar. Vergr. *Zeiss* 4. Oc. 4.

Würmer her, deren Embryonen 0,2—0,6 Mm., deren Männchen 0,7 und deren Weibchen 1 Mm. lang sind. Die lebhafte Bewegung theilen sie von allen Darmparasiten allein mit dem viel grösseren und gänzlich anders geformten Oxyuris vermicularis. Vor allen sind es die Embryonen,

Fig. 62.



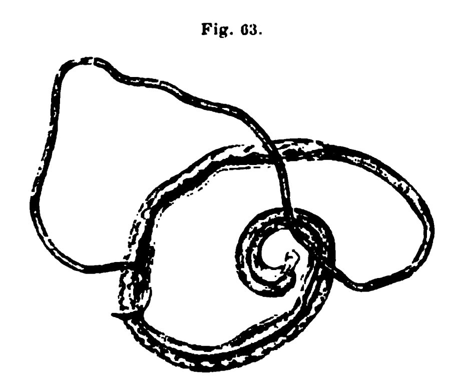
Anguillula stercoralis ♀ (nach *Peroncito*).

die gleich nach Ablage der Eier durch das hermaphroditische Mutterthier (A. intestinalis) in dem Dünndarm ausschlüpfen und in grosser Zahl in den Fäces gefunden werden. Diese Embryonen sind plump und dick (Rhabditesform) und gleichen in keiner Weise dem schlanken filarienförmigen Mutterthier. Die getrennt geschlechtlichen geschlechtsreifen Thiere (A. stercoralis) entwickeln sich aus diesen Embryonen ausserhalb des menschlichen Körpers, werden also nicht in den Fäces ge-

funden. Die Anguillula entstammt ursprünglich den tropischen und subtropischen Ländern, ist aber später nach Italien und von dort mit den Anchylostomen nach Deutschland verschleppt worden. Dabei hat sich eine Wandlung des Generationswechsels insofern vollzogen, als es hier die Regel ist, dass die getrennt geschlechtliche Zwischenstufe übersprungen werden kann und sich aus den Embryonen gleich wieder die hermaphroditische Filarienform entwickelt. Auf diese Weise entstehen Selbstinfectionen, die die Zahl der Parasiten ausserordentlich steigern können. Trotzdem ist es nicht sicher, dass irgend welche Krankheiten entstehen durch diese Würmer, ja sie sind wiederholt bei ganz gesunden Menschen in grosser Zahl gefunden worden.

Auch der Trichocephalus dispar (Peitschenwurm, Fig. 63) gehört zu diesen harmlosen Parasiten. Seine charakteristische Gestalt lässt ihn schon makroskopisch sicher erkennen. Der vordere Abschnitt ist filarienförmig dünn und rund, der hintere keulenförmig und beim Männchen meist spiralig aufgewunden. Das ganze Thier ist circa 4 Cm.

Fig. 63.



Trichocephalus dispar.

lang. Es bewohnt den Dickdarm, meist das Cöcum einzeln oder zu mehreren. Die Eier (Fig. 61*f*) sind leicht erkennbar an der kolbigen Anschwellung ihrer Pole und der braunen Färbung. Sie haben eine sehr dicke Schale und vertragen dadurch die Kälte und das Austrocknen. Sie entwickeln sich in 4—5 Monaten ausserhalb des Körpers in feuchter Erde, von wo sie direct wieder in den Menschen und auch in viele Hausthiere gelangen.

Von grösserer Bedeutung ist die Trichina spiralis, da bekanntlich durch sie schwere Erkrankungen hervorgerufen werden. Sie ist kein reiner Darmparasit und in den Fäces wird man nur dann etwas von ihnen finden, wenn sehr bald nach der Aufnahme die jungen Individuen abgetrieben werden.

Die Trichinen werden meist mit dem Fleisch von Schweinen in eingekapseltem Zustand in den Magen gebracht. Aber auch zahlreiche andere Thiere beherbergen dieselben, z. B. Ratte, Maulwurf, Maus, Hamster, Iltis, Marder, Fuchs, Dachs, Igel, Katze, Bär, Waschbär, Hund etc. Im Magen wird die Kapsel gelöst und der nun frei werdende, noch unreife Wurm

entwickelt sich zur geschlechtsreifen Darmtrichine (Fig. 64). Sehr ba bohrt sich diese in die Darmwand und legt ihre nach vielen Tausend zählenden, lebend zur Welt kommenden Embryonen direct in die Darmwand. Von hier an hört sie auf, ein Darmparasit zu sein, denn die Embryonen wandern nun, indem sie sich zur Muskeltrichine umwandeln (Fig. 65*a*), durch den ganzen Körper und bleiben schliesslich in den quergestreiften, willkürlichen Muskeln sitzen, wo sie sich einkapseln (Fig. 65*b*) und nun nicht mehr schädlich auf den Körper wirken. Aber auch diese eingekapselten Trichinen können noch über 20 Jahre am Leben bleiben und so, wenn sie in einen Thierkörper hineinkommen, zu Neuinfectionen Veranlassung geben.

Für die mikroskopische Untersuchung an Lebenden kommen, wie gesagt, die Darmtrichinen nur ausnahmsweise in Betracht. Die Muskeltrichinen können an excidirten Muskelstücken leicht nachgewiesen werden. Will man zum Zweck der Diagnose eine solche Excision vornehmen, so geschieht dieselbe am besten am M. biceps. Die Trichinen haben nämlich die Gewohnheit, sich am meisten in der Hals- und Intercostalmusculatur, im Zwerchfell und im Biceps anzuhäufen, und von diesen ist der Biceps am zugänglichsten. Ich fand einmal zufällig eine Trichine in der Zungenmusculatur in einem wegen eines Carcinoms excidirten und zur Untersuchung gelangten Stück.

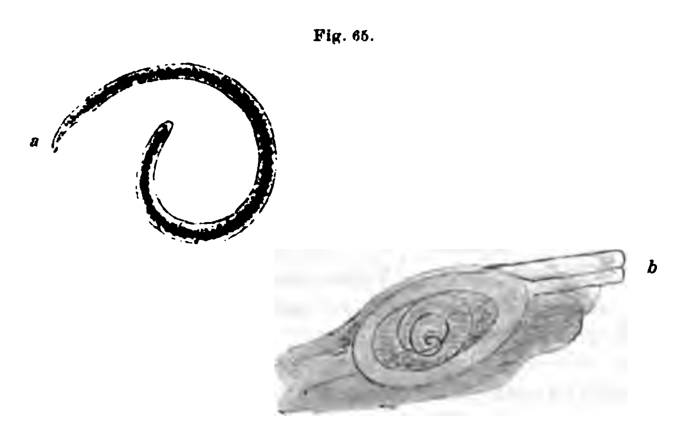
Fig. 64.

Darmtrichine *a* ♂, *b* ♀ (nach *Leuckart*).

Wenn hiermit die Besprechung der Darmparasiten abgeschlossen wird, so sind wir uns wohl bewusst, dass damit keineswegs eine Vollständigkeit gegeben ist. Je mehr Menschenmaterial mit tropischen und subtropischen Ländern ausgetauscht wird, um so mehr wird man neue Darmparasiten kennen lernen, die im Anfang vielleicht als zufällige Gäste erscheinen, sich allmählich aber bei uns einbürgern können, wie die Anchylostome und die Anguillula. Auch der mehr zufälligen Beimischung von Par siten oder deren Eiern zu den Fäces des Menschen kann noch E

wähnung gethan werden. So wurde zum Beispiel der Echinorhynchus ganz unberechtigt mit dem Beinamen „hominis“ behaftet, weil er einmal im unreifen Zustand und einmal eingekapselt gefunden wurde. Auch Eier von Distomenarten, die sonst in der Leber parasitiren, können sich in den Darm verirren. Die seltenen Fälle von Darmcoccidiose (Coccidium oviforme der Kaninchen) erschienen als eine ganz zufällige auf den Menschen übertragene Zoonose. Endlich wurden in einzelnen Fällen

Fig. 65.



Muskeltrichine a frei, b eingekapselt. Vergr. *Zeiss* 16. Oc. 14.

auch Fliegenlarven im Koth gefunden, so von *Pottiez* (Bull. de l'acad. roy. de méd. de Belgique, Bd. XV, Heft 10) bei einer Frau mit Darmkatarrh. Er bezeichnet die Fliege als Anthomyia errabunda. Schliesslich will ich bemerken, dass zuweilen Echinokokken der Leber oder des Mesenteriums in den Darm durchbrechen und dass man dann sowohl Haken und Skolices, als auch ganze Blasen oder Theile derselben finden kann (s. Punctionsflüssigkeiten).

Die mikroskopische Untersuchung des Erbrochenen.

Von Prof. v. **Hansemann.**

Mit Ausnahme des seltenen Falles, dass beim Erbrechen ein grösseres Gewebsstück entleert wird, das dann nach den üblichen Methoden eingebettet und geschnitten werden kann, bedarf es keiner besonderen Methoden, um die erbrochenen Massen histologisch zu untersuchen. Man wird die Flüssigkeit in möglichst dünner Schicht in einer Glasschale oder auf einen Teller ausgiessen und nun besonders in die Augen fallende Partikel unter das Mikroskop bringen. Wirklich reinen Mageninhalt erhält man nur durch Aushebern des Magens. Dem Erbrochenen sind stets grössere Mengen Mund- und Rachensecret beigemischt. Auch der Mageninhalt, der ausgehebert wurde, enthält verschluckte Platten- und Flimmerepithelien vereinzelt, Schleim und verschluckten Speichel aus dem Munde. Aber auch abgesehen davon, ist dennoch das mikroskopische Bild erbrochener Massen ein recht buntes. Es sind immer Nahrungsreste in grosser Zahl darin, selbst im sogenannten leeren Magen; massenhafte natürlich während der Verdauung und gleich nach der Nahrungsaufnahme. Die einzelnen Nahrungsbestandtheile sind leicht zu erkennen: Muskelfasern, elastische Fasern, Pflanzenzellen und Spiralen, Fetttropfen und Nadeln, alles, wie es sich in mehr zerstörtem Zustande auch in den Fäces vorfindet. Dazu kommen noch Stärkekörner, die im Koth nur ausnahmsweise gefunden werden. Auch rothe und weisse Blutkörperchen sind im Erbrochenen in grosser Zahl stets vorhanden. Die Leukocyten durchwandern die Magenschleimhaut, wie alle Schleimhäute fortwährend, besonders stark aber während der Verdauung. Rothe Blutkörperchen gelangen durch kleine Verletzungen beim Brechact oder durch geringfügige Verletzungen mit dem Magenschlauch in den Magensaft. Magenepithelien gehen, wenn sie abgestossen sind, im Magensaft schnell zugrunde, werden aber doch niemals ganz vermisst.

Die Beimischung von Pilzen ist schon bei der gewöhnlichen histologischen Untersuchung ohne besondere bakteriologische Methoden bemerkenswerth. Schimmelpilze und Sarcine gehören zu den gewöhnlichsten Befunden und haben an und für sich keine pathognomonische Bedeutung. Nur bei stärkerer Anhäufung spielen sie, ebenso wie Bakterien eine besondere Rolle für die Erkennung gewisser Krankheiten (s. den bakteriologischen Theil).

Die graduelle Steigerung im Auftreten gewisser Gebilde ist das einzige, was bei der histologischen Untersuchung für die Diagnose der Magenkrankheiten in Betracht kommt.

Die Erythrocyten sind bei allen katarrhalischen und cyanotischen Zuständen vermehrt. Sie können sich so weit steigern, dass einzelne Blutstippchen schon makroskopisch sichtbar sind. Ist das Erbrochene blutig gefärbt oder rein blutig, so deutet das stets auf eine wirkliche Blutung aus einem grösseren Defect, aus einer geplatzten Varice oder auf eine sogenannte parenchymatöse Blutung hin.

Die Leukocyten sind niemals so erheblich vermehrt, dass der Mageninhalt, wenn auch nur stellenweise, eitrig ist. Selbst bei der phlegmonösen Gastritis findet keine Eiterproduction an der Magenoberfläche statt. Nur in den zufälligen und seltenen Fällen, bei denen ein Abscess von irgend woher in den Magen durchbricht, könnte einmal wirklich Eiter gefunden werden. Eine Vermehrung der Leukocyten, die aber schwer zu beurtheilen ist, findet sich bei fast allen krankhaften Zuständen des Magens, beim Katarrh, der Cyanose, den parenchymatösen Entzündungen, dem Ulcus ventriculi, dem Carcinom etc.

Magenepithelien gelangen bei den Katarrhen und der Cyanose zur vermehrten Abstossung, finden sich aber auch dann nur undeutlich im mikroskopischen Bild.

Die Vermehrung des Schleims sagt an und für sich wenig aus, da derselbe auch durch Verschlucken bei gesteigerter Salivation in grossen Mengen in den Magen gelangen kann.

Gewebsfetzen, die dem Magen und dem Oesophagus entstammen, finden sich bei Verätzungen durch Säuren und Laugen. Diese Gewebsfetzen sind dabei in der Regel so stark verändert, zusammengebacken, mit Blutschollen untermischt, oder in schmierige Massen aufgelöst, dass Details an ihnen nicht mehr wahrzunehmen sind. Nur bei der Sublimatvergiftung und bei der Aetzung mit absolutem Alkohol werden die abgestossenen Epithelfetzen so fixirt, dass man ausgezeichnete Bilder der Magenepithelien und der Oesophagusschleimhaut erhält.

Einzelne Geschwulstzellen wird man nicht häufig im Mageninhalt suspendirt finden. Sind sie vorhanden, so sind sie in der Regel derart zerstört, dass sie nicht mehr sicher als solche zu erkennen sind. Eher kommt es vor, dass Gewebspartikel erbrochen werden oder beim Herausziehen der Magensonde dieser anhaften. Diese Stückchen kann man dann lege artis einbetten und mikroskopiren.

Thierische Parasiten, die dem Magen als solchen angehörten, sind beim Menschen nicht bekannt. Doch kommen gelegentlich Ascariden, Anchylostomen, Oxyuren, auch Theile von Bandwürmern in den Magen und können mit erbrochen werden. Von mehreren Autoren wurden auch Fliegenlarven gefunden, die einen Katarrh erzeugt haben sollen. Echinococcusblasen der Nachbarschaft brechen nur sehr selten in den Magen durch.

Aus alledem ist ersichtlich, dass die mikroskopische Untersuchung über die Krankheiten des Magens nicht allzuviel aussagt und nur wenig zur Diagnose derselben beitragen kann. In richtiger Erkennung dieser Thatsache hat man die bakteriologische Untersuchung des Mageninhaltes und ganz besonders die chemische bis zu hoher Vollendung entwickelt, und zwar mit dem besten Erfolg.

Die mikroskopische Untersuchung des Auswurfs.

Von Prof. v. **Hansemann.**

Als Auswurf bezeichnet man die durch Ausspucken nach aussen beförderten Secrete, die aus den Luftwegen und dem Munde stammen. In Wirklichkeit stellen sie ein Gemisch der Secrete der Luftwege und des Mundes dar. Auch Mageninhalt kann dem Auswurf beigemischt sein. Man muss also darauf gefasst sein, Bestandtheile der Nahrung im Auswurf zu finden, die zum Theil dem Munde entstammen, aber auch durch Brechact beim starken Husten aus dem Magen herauf befördert sein können. Nur in seltenen Fällen, wo vorher Nahrungsbestandtheile aspirirt waren, könnten sie wirklich ausgehustet werden. Man würde natürlich nicht imstande sein, das histologisch zu unterscheiden.

Die Untersuchung des Auswurfs geschieht, soweit es sich nicht um bakteriologische Dinge handelt, ausschliesslich frisch, wobei man die makroskopische Inspection voranschickt, um besonders solche Gebilde mikroskopisch zu untersuchen, die schon dem blossen Auge als Besonderheiten auffallen. Fibrin, Gewebsfetzen, Zellhaufen etc. sind auf diese Weise makroskopisch auffindbar und können zur genaueren Analyse unter das Mikroskop gebracht werden. Zur Ausbreitung des Auswurfs bedient man sich eines Tellers mit schwarzer Fläche. Sehr praktisch ist auch eine von *Krönig* angegebene Schale, in der der Auswurf nach Belieben auf schwarzen, weissen oder durchsichtigen Grund gebracht werden kann.

Zunächst handelt es sich um die Frage, von welcher Stelle der Luftwege der Auswurf herrührt. Das zu entscheiden wird nicht immer möglich sein. Beim Mundspeichel (Fig. 66) fehlen natürlich die Bestandtheile der tieferen Luftwege, in erster Reihe die Flimmerepithelien. Er enthält ausser einer mehr oder weniger reichen Bakterienflora zwei Zellarten: Mundepithelien und Speichelkörperchen. Die ersteren stellen grosse, scharfkantige Schuppen dar, die den Rest eines Kerns enthalten. Sie sind gegen Essigsäure sehr und auch gegen Alkalien noch ziemlich widerstandsfähig. Es sind das die abgestossenen, oberflächlichen Zellschichten, der Wangen- und Lippenschleimhaut, des Zahnfleisches, des Gaumens und der Zunge. Manche Menschen schuppen stark ab, andere weniger, so dass diese Epithelien quantitativ stark variiren. Wenn auch

bei Angina und bei Stomatitis eine Steigerung der Schuppung eintritt, so kann man doch nicht umgekehrt ohne weiteres aus der Anwesenheit zahlreicher Schuppen auf einen solchen Entzündungszustand schliessen. Die Speichelkörperchen sind gequollene Leukocyten, die fortwährend durch die Schleimhäute auswandernd sich dem Speichel beimischen. Sie stellen kugelige, blasse Gebilde mit mehr oder weniger deutlichem Kerne dar und sind etwa doppelt so gross oder grösser, als man gewohnt ist Leukocyten zu sehen. Ihre Grösse ist wenig constant, so dass sie von vornherein einen sehr verschiedenartigen Eindruck machen. Sie enthalten niemals Fremdkörper, häufig aber Fetttröpfchen. Die freien Fetttröpfchen und Myelinformen, die sich so häufig im Sputum finden, werden gewöhnlich auf die durch Fettmetamorphose zugrunde gegangenen Zellen bezogen.

Bei entzündlichen Veränderungen, die aber nicht immer dem Munde selbst anzugehören brauchen, sondern auch in Nasenrachenraum, im Larynx und in den Bronchien selbst bis in die Alveolen hinein, ihren Sitz haben können, sind die Leukocyten des Speichels vermehrt, selbst

Fig. 66.



Normaler Speichel. Vergr. D. Oc. 3.

wenn nicht unmittelbar vor der Untersuchung Sputum aus Lunge oder Rachen den Mund passirt haben. Diese durch Katarrhe producirten Leukocyten sind ebenso wie bei den aphthösen Krankheiten, der Stomatitis mercurialis und saturnina gewöhnlich zusammengeballt, so dass man Häufchen und Gruppen von ihnen sieht und sie manchmal als kleine Flocken und Trübungen des Speichels schon makroskopisch sichtbar werden (Fig. 67). Sie sind weniger gequollen als die gewöhnlichen Speichelkörperchen und befinden sich als echte Eiterzellen häufig in Fettmetamorphose. Dieselben Eigenschaften haben die Eiterkörperchen, die aus dem Rachen, dem Larynx, den Bronchien und den Lungen stammen. Bei jedem Schleimhautkatarrh kann dem Speichel auch etwas Blut beigemischt sein, so dass man wenigstens mikroskopisch bei genauer Durchsicht selten einige Erythrocyten vermisst.

Der Mundspeichel ist nun stets dem Secret aus dem Rachen und beide wieder dem Lungen- und Bronchialsputum beigemischt. Die Rachensecrete enthalten nichts, was nicht auch im Mundspeichel gefunden werden könnte. Bei den gewöhnlichen Katarrhen sind die Rachensputa

zuerst geringfügig und zähschleimig. Dann werden sie allmählich copiöser und dünner, indem gleichzeitig die zelligen Elemente darin auftreten, die sich schliesslich soweit steigern, dass die Sputa rein eiterig erscheinen. Häufig ist auch Blut nicht blos in der Form vereinzelter Erythrocyten, sondern auch in etwas grösserer Menge darin enthalten. Zum Schluss wird das Rachensputum wieder klarer und zäher. Bei den chronischen atrophirenden Entzündungen des Rachens findet man häufiger Blut und rothbraune Borken im Sputum, die aus eingedicktem und mit Blutfarbstoff durchtränktem Eiter bestehen.

Bei den specifischen Entzündungsformen finden sich die besonderen Producte im Sputum. So tritt Fibrin darin auf bei der Diphtherie, beim Croup, bei septischen Allgemeinerkrankungen, bei tertiär syphilitischen Veränderungen. Fibrin ist sehr leicht an seiner feinfädigen Structur zu erkennen, die bei Zusatz von Essigsäure verschwindet. Eine Verwechslung kann eigentlich nur mit Soor gemacht werden. Auch

Fig. 67.



Katarrhalisches Sputum. Vergr. *Zeiss* 16. Oc. 12.

bei der Soorentwicklung entsteht ziemlich viel Fibrin, so dass sogar das Fibrin den Soor verdecken kann. Setzt man nun aber Essigsäure hinzu und bringt das Fibrin dadurch zum Schwund, so treten die gröberen, gegliederten Soorfäden und deren Conidien sofort deutlich zutage.

Gewebsfetzen sind im Rachensputum nur bei starken nekrotificirenden Entzündungen oder Verätzungen vorhanden, also bei schweren diphtherischen Nekrosen, der nekrosirenden Scharlachangina, dem Noma, syphilitischen Affectionen, bei ulcerirenden Tumoren und einigen Formen der Schleimhauttuberculose.

Das Sputum der unteren Athmungswege ist gewöhnlich als solches unschwer zu erkennen, besonders wenn zwei Zellformen zusammen darin enthalten sind, die nur der Lunge oder wenigstens den unteren Athmungswegen entstammen können, das sind die Flimmerepithelien und die Pigmentzellen. Flimmerepithelien befinden sich bekanntlich auch im oberen hinteren Nasenraum, kommen aber von hier nur ausnahmsweise

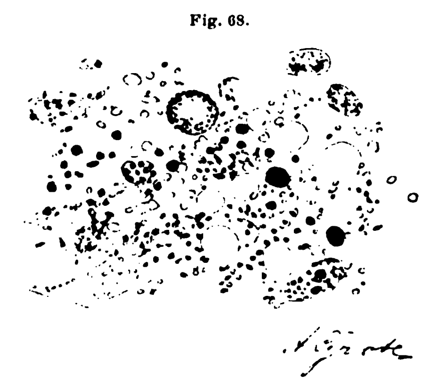
in das Sputum, sondern meist in das Nasensecret. Im Rachen kommen Flimmerepithelien nur ausnahmsweise vor, häufiger an der Epiglottis und regelmässig im Eingang zum Larynx. Unterhalb der Stimmbänder durch die ganze Ausdehnung der Bronchien und Bronchiolen findet sich nur Flimmerepithel, das schon bei geringfügigen Katarrhen einzelne Zellen abstösst, bei stärkeren Entzündungen aber ziemlich stark losgelöst werden kann. Die Pigmentzellen sind gequollene Leukocyten, die in die Alveolen oder in die Bronchien ausgewandert sind und meist mit Kohlenpigment beladen sind. Daneben finden sich auch Alveolarepithelien, die aber als solche wegen der Quellung meist schwer, oft gar nicht mehr zu erkennen sind. Eosinophile Leukocyten wurden zuerst beim Asthma beschrieben. Es stellte sich aber später heraus, dass sie bei allen möglichen Entzündungsformen dem Sputum beigemischt sein können.

Rothe Blutkörperchen und ihre Derivate gehören zu den häufigsten Erscheinungen im Bronchial- und Lungensputum. Erst wenn sie in einer gewissen Masse auftreten, gewinnen sie an Bedeutung für die Diagnose. Sie weisen dann auf eine Continuitätstrennung der Gewebe mit wirklicher Blutung, oder auf eine ausgiebigere Diapedese der Erythrocyten hin. Bei der Hämoptoe der ulcerösen phthisischen Processe jedweder Art ist Blut immer in der Form wohlerhaltener Scheiben vorhanden und stets schon makroskopisch sichtbar, auch wenn die Blutung noch so geringfügig ist. Es braucht hier nicht erwähnt zu werden, dass die Blutungen so stark werden können, dass nicht nur die Sputa ganz blutig sind, sondern dass das Blut direct aus der Trachea in den Rachen und in den Mund strömt. Wenn die Blutung schon etwas älter ist, so findet man auch Hämatoidinkrystalle und rothbraune Pigmentschollen. Auch bei dem hämorrhagischen Infarct der Lungen ist das Sputum durch die Blutbeimischung stark gefärbt. Dasselbe gilt von den ausgesprochen hämorrhagischen Entzündungen z. B. bei Rotz, Typhus, Sepsis etc. In den ersten Stadien der fibrinösen Pneumonie ist das Sputum rostfarben. Es beruht das auf der Anhäufung eines braunen, stark eisenhaltigen Blutpigments, das in der Regel ausserhalb von Zellen gelegen und zuweilen noch deutlich krystallinisch ist. Fast ausschliesslich in den Zellen gelegenes Pigment dagegen deutet stets auf einen anderen Zustand hin. Bei der cyanotischen Induration der Lunge treten aus den erweiterten Capillaren stets Erythrocyten aus, die in den Alveolen zugrunde gehen, und deren Pigment dann von Leukocyten und Alveolarepithelien aufgenommen wird. Diese gequollenen und mit Pigment erfüllten Leukocyten deuten daher stets auf einen Stauungsprocess im kleinen Kreislauf und werden deshalb geradezu als Herzfehlerzellen bezeichnet (Fig. 68). Da die hämorrhagischen Infarcte in der Regel in solchen Herzfehlerlungen zustande kommen, so wird man im Sputum bei solchen Fällen auch die Herzfehlerzellen neben Erythrocyten nur selten vermissen.

Fibrin in geringen Mengen findet sich im Sputum der meisten Pneumonien und der hämorrhagischen Zustände. Doch deuten gröbere Fibrinmassen stets auf einen besonderen Entzündungsprocess. Entweder handelt es sich um einen Croup oder um eine fibrinöse Pneumonie. Sehr selten sind die chronisch fibrinösen syphilitischen Entzündungen der Trachea, bei denen aber nur kleine unregelmässige Fetzen von Fibrin

expectorirt werden. Bei der fibrinösen Pneumonie fehlt in der Regel Fibrin im Sputum. Dasselbe hat vielmehr im Anfang die oben erwähnte rostfarbene Beschaffenheit durch Blut und Blutfarbstoff. Später wird es rein katarrhalisch und schliesslich enthält es etwas Detritusmassen. Es stammt zum beiweitem grössten Theil aus den Bronchien, die ja bei jeder Pneumonie stets mitentzündet sind. Aus den hepatisirten Abschnitten der Lungen wird überhaupt nur wenig expectorirt, weil sich diese Abschnitte nicht contrahiren können und so die Kraft fehlt, die den Alveoleninhalt in die Bronchien hineinpressen könnte. Nur was durch collateralen Katarrh in den Bronchien selbst erzeugt wird und was gewissermassen aus den überfüllten Alveolen in die Bronchien überfliesst, das gelangt zur Aushustung. Dabei kann es sich dann einmal ausnahmsweise ereignen, dass kleine Ausgüsse der Bronchien, etwa von 1 bis 3 Cm. Länge, expectorirt werden. Grössere und sogar sehr vollständige Ausgüsse des ganzen Bronchialbaums gelangen gelegentlich beim Croup zur Expectoration. Die ausgehusteten dendritisch verzweigten Fibringerinnsel sind röhrenförmig, hohl und bestehen aus verfilzten

Fig. 68.



Herzfehlerzellen. Vergr. *Zeiss* 4. Oc. 12.

Fibrinfasern mit reichlichen Leukocyten durchsetzt. Die Innenfläche ist oft von einer dichten Schicht verschiedener Bakterien besetzt, die sich schon bei mittlerer Vergrösserung als eine graue, körnige Schicht von dem fädigen Fibrin absetzen.

Eigenthümliche Gebilde, die bei oberflächlicher Betrachtung dem Fibrin ähnlich sehen, sind die sogenannten *Leyden-Curschmann*'schen Spiralen. Es sind das schon makroskopisch sichtbare geschlängelte Fäden von durchscheinend grauer Beschaffenheit. Mikroskopisch erkennt man, dass sie einen axialen Faden und darum spiralig gewundene Bänder und Fäden besitzen. Von aussen darauf und auch im Innern sammeln sich oft zahlreiche Leukocyten. Die Hauptmasse der Spirale steht dem Mucin nahe, unterscheidet sich aber von demselben durch anderes Verhalten Farbstoffen gegenüber. *v. Jaksch* ist der Ansicht, dass der Centralfaden dem Fibrin nahe stehe. *v. Noorden* wies nach, dass die Spiralen deutliche Eisenreaction geben können. *v. Leyden* fand diese Spiralen zuerst beim Asthma bronchiale und auch später sind sie häufig, wenn auch nicht immer bei dieser Krankheit nachgewiesen

worden. Doch werden sie auch bei Pneumonie, Lungenödem und capillärer Bronchitis ohne Asthma gefunden. Die Autoren sind der Ansicht, dass ihr Zustandekommen wesentlich an einen exsudativen Process in den kleinen Bronchien geknüpft ist.

Mit diesen Spiralen finden sich im Sputum gewöhnlich auch die sogenannten *Charcot-Leyden*'schen Asthmakrystalle, besonders zahlreich, wenn das Sputum etwas an der Luft gestanden hat. Es sind das spitze schiefe Octaeder, deren chemische Zusammensetzung noch nicht sicher feststeht. Man weiss nur, dass sie bei Zersetzung von Eiweiss entstehen, und zwar speciell beim Zugrundegehen von Leukocyten und Lymphocyten. So finden sie sich auch besonders in gangränösen leukämischen Milzen und im Knochenmark. Der Zusammenhang mit gewissen Formen der Leukocyten ist wohl denkbar, besonders seit man weiss, dass auch beim Asthma bronchiale, wie übrigens auch bei manchen anderen bronchitischen Affectionen zahlreiche eosinophile Leukocyten im Sputum auftreten. Diese Krystalle sind den Prostatakrystallen, den sogenannten Sperminkrystallen sehr ähnlich, die aber nicht wie die Asthmakrystalle gerade, sondern geschweifte Kanten haben. Die Krystalle treten in frischen Fällen von Asthma bronchiale erst auf, wenn man das Sputum an der Luft stehen lässt. Später finden sie sich in so directer, localer Beziehung zu den Spiralen, dass an ihren Zusammenhang mit diesen und ihrer Herkunft von irgend einem Bestandtheil derselben nicht gezweifelt werden kann.

Im Sputum von Phthisikern finden sich kleine Stücke käsigen Materials, wenn käsige Hepatisationen zerfallen und sequestrirt werden. Man kann diese käsigen Massen an ihrer undurchsichtigen körnigamorphen Beschaffenheit erkennen, die nur langsam bei Essigsäurezusatz einer Aufhellung Platz macht. Bei den meisten Phthisikern fehlen diese käsigen Bestandtheile des Sputums. Dagegen haben Viele, die mit Cavernen behaftet sind, linsenförmige Gebilde im Sputum, die makroskopisch dem Käse zum Verwechseln ähnlich sehen und früher auch in der That für Käse gehalten wurden. Sie bestehen aus Reinculturen von Tuberkelbacillen, die in den Cavernen zu so üppiger Entwicklung kommen, dass sie ganz grobe Massen darstellen.

Ohne besondere diagnostische Bedeutung sind die nicht sehr häufigen Corpora amylacea im Sputum. Da dieselben im schieferig indurirten oder pigmentirten, sogar im normalen Lungengewebe vorkommen, so ist es kein Wunder, dass sie sich gelegentlich dem Sputum beimischen. Sie gleichen durchaus den bekannten Prostatakörpern, sind aber viel kleiner als diese und immer erst bei stärkeren Vergrösserungen zu sehen. Gewöhnlich sind sie ovoid und geschichtet. Die Reaction gegen Jod und Jodschwefelsäure ist dieselbe wie bei den Prostatakörnern und den analogen Gebilden des Gehirns und Rückenmarkes und der Hypophysis cerebri. Manchmal geben sie Eisenreaction und in der That hat man früher schon und auch neuerdings wieder ihre Entstehung mit dem Zugrundegehen rother Blutkörperchen zusammengebracht.

Von weiteren Krystallformen kommen im Sputum häufig vor Krystalle der Fettreihe. Die Fettsäurenadeln (Margarinnadeln) sind lange spiessförmige Gebilde, die bei Erwärmung zu einem Tropfen zusammenfliessen. Sie finden sich, wie überall bei fauligen Processen, besonders

bei der Lungengangrän. Cholestearinkrystalle sind vereinzelt in allen möglichen Sputa zu finden, besonders bei Phthisikern. Bekanntlich finden sie sich im übrigen Körper regelmässig in alten Abscessen und Echinokokkensäcken in grosser Zahl. Wenn solche nach der Lunge zu durchbrechen, so können auch Cholestearinkrystalle in grosser Zahl im Sputum auftreten. Man kann aus ihrer Anhäufung im Sputum geradezu auf einen solchen Process schliessen. Auch Tyrosin oder ihnen ähnliche büschelförmig angeordnete Krystallformen sind nicht selten, aber ohne besondere diagnostische Bedeutung, wenn sie auch immer einen starken Zellzerfall voraussetzen. Dasselbe gilt vom Leucin.

Die bekannten Sargdeckel der phosphorsauren Ammoniakmagnesia (Tripelphosphat) sind bei jauchigen Erkrankungen der Lungen nicht selten. Vereinzelt wurde auch oxalsaurer Kalk gefunden, z. B. von *Fürbringer* bei einem Diabetiker.

Fig. 69.



Sputum eines Phthisikers (ohne Zusatz).
Vergr. *Zeiss* A. Oc. 3.

An zelligen Elementen sind die Lungensputa sehr verschieden reich. Von mehreren derselben war schon oben die Rede, von den Pigmentzellen, den Flimmerepithelien, den Herzfehlerzellen, den Erythrocyten und den Leukocyten. Die letzten sind diejenigen Bestandtheile, die das Sputum undurchsichtig machen bis zum rein eiterigen Zustand. Immer ist der Schleim die Grundlage, in der diese Zellen suspendirt sind. Wenn der Schleim fast oder gänzlich in rein eiterigem Sputum verschwindet, so kann man daraus auf den Durchbruch eines Abscesses oder eines Empyems schliessen. In solchen Fällen können mit einem Male grosse Mengen reinen Eiters entleert werden.

Wenn sich ganze Gewebsfetzen im Sputum vorfinden (Fig. 69), so deutet das immer auf einen Zerstörungsprocess in den Lungen, also auf eine Phthise, auf Lungengangrän oder dissecirende Pneumonie. In der Zerstörung gehen gewöhnlich auch die Zellen zugrunde, aber die sehr widerstandsfähigen elastischen Fasern bleiben erhalten und geben dann ein sehr charakteristisches Bild. Sie vertragen auch den Zusatz

von Essigsäure und sogar von Kalilauge (Fig. 70), so dass sie unschwer von anderen Gebilden zu unterscheiden sind. Ich möchte glauben, dass man complicirte Färbungen zur Differentialdiagnose wohl entbehren kann. Elastische Fasern brauchen natürlich nicht nothwendig aus der Lunge zu stammen, sie könnten auch aus dem Kehlkopf oder dem Rachen herrühren. Man legt daher mit Recht besonderen Werth auf den Nachweis der alveolären Anordnung der Fasern, die dann mit Sicherheit für die Herkunft aus den Lungen spricht. Sind die Fasern alveolär angeordnet, so müssen sie aus der Lunge stammen, sind sie es nicht, so können sie wohl daher stammen, brauchen es aber nicht. Natürlich muss man sich hüten, die Verunreinigung der Sputa mit elastischen Fasern aus der Nahrung damit zu verwechseln.

Die Vorstellung, dass man im Sputum häufig Geschwulstzellen finden könnte, ist eine irrige. Einzelne Geschwulstzellen gehen nur

Fig. 70.



Elastische Fasern aus dem Sputum bei Lungenphthise. Vergr. *Zeiss* D. Oc. 4. Kalilaugezusatz.

sehr selten ins Sputum über, oder werden darin so bald vernichtet und unkenntlich gemacht, dass man mit den Resten und Trümmern derselben zur Diagnose nichts mehr anfangen kann. Nur selten kommt es vor, dass man im Sputum eine Gruppe von Zellen findet, die so charakteristisch in ihrer Form und ihrer Anordnung von allen den vorher erwähnten Zellen abweichen, dass man mit Sicherheit sagen kann, sie müssen aus einer Neubildung stammen. Eher noch kommt es vor, dass ganze Geschwulststücke ausgehustet werden, sei es, dass sie in der Lunge sequestrirt wurden, oder dass sie von vornherein als gestielte Polypen in Larynx oder Pharynx besonders geeignet waren, spontan abzureissen.

An thierischen Parasiten ist die menschliche Lunge überaus arm. Die seinerzeit von *Kannenberg* beschriebenen Infusorien bei Lungengangrän (Monas lens und Cercomonas) sind keineswegs sichergestellt. Jedenfalls haben sie nichts Specifisches und stehen in keiner Beziehung zum Zustandekommen irgend einer Krankheit. Filarien und deren

Larven und Eier, die bei Thieren (Hasen, Rehen, Gemsen, Kaninchen etc.) häufig ganze Epidemien hervorrufen, sind beim Menschen bisher nicht gefunden worden. Eier von Distoma haematobium sollen, wie *v. Jaksch* nach einer Mittheilung von Dr. *Schiess-Bey* berichtet, im Sputum vorkommen. Ascariden kommen nur durch Zufall aus dem Magen in die Trachea und können dann ausgehustet werden. Der einzige Parasit, der eine gewisse Rolle spielt, ist der Echinococcus. Er siedelt sich zuweilen in der Lunge selbst an, häufiger bricht er von der Leber aus in die Lunge durch. In beiden Fällen enthält das Sputum ganz charakteristische Bestandtheile. Schon das eiterähnliche, aber aus Detritusmassen mit Cholestearinkrystallen bestehende Sputum erweckt den Verdacht, dass es sich um einen Echinococcus handeln könnte. Der Nachweis ist erst zu führen durch Auffinden von hyalinen Membranen, Skolices und Haken. Das Aussehen dieser Dinge wird später bei der Besprechung der Punctionsflüssigkeiten beschrieben werden.

Die mikroskopische Untersuchung des Nasensecrets.

Von Prof. **v. Hansemann.**

Das Nasensecret ist normaler Weise sehr gering. Indessen bilden sich durch klimatische Verhältnisse, durch die Einwirkung des Staubes, durch Rauchen und andere Einwirkungen pathologische Zustände bei der Mehrzahl der Menschen aus, an deren Anwesenheit man gewöhnt ist und sie in der Regel nicht weiter beachtet. Sie führen zu einer vermehrten Secretion, die wir dann gewöhnlich als eine individuell gesteigerte, aber doch noch physiologische zu bezeichnen pflegen. In diesem sogenannten normalen Secret finden sich stets ziemlich zahlreiche Zellen, in erster Linie solche, die der Schleimhaut der Nase angehören, also Plattenepithelien und Flimmerepithelien. Die Flimmern sind nicht immer daran erhalten. Neben diesen aber treten auch gequollene Leukocyten in die Erscheinung, die man als Schleimkörperchen bezeichnet. Das flüssige Substrat dieser Zellen enthält Mucin, das sich leicht durch Essigsäurezusatz und die dadurch entstehende charakteristische Trübung nachweisen lässt. Zu Zeiten, z. B. morgens, und je nach dem Staubgehalt der Luft enthält das Nasensecret mehr oder weniger reichliche Staubpartikelchen, die unter den Mikroskop schwarz erscheinen. Besondere Staubbeimischungen finden sich bei Menschen, die sich in Mühlen, Schleifereien, Wollscherereien und -Kämmereien und in ähnlichen Betrieben aufhalten.

Bei Entzündungen wird die Secretion weiter gesteigert. In den acuten Katarrhen nimmt die Mucinproduction zunächst relativ ab, so dass ein mehr flüssiges Secret geliefert wird. Gleichzeitig findet eine starke Desquamation der Epithelien statt. Im weiteren Verlauf aber sinkt die Flüssigkeitsproduction und das Secret wird reicher an Mucin und Leukocyten. Diese treten schliesslich so sehr in den Vordergrund, dass das Secret rein eitrig erscheinen kann. Sehr häufig ist ihm auch Blut beigemischt, denn es giebt keine Schleimhaut des Menschen, die so zu Blutungen neigt, wie die Nasenschleimhaut, besonders diejenige des

Septum. Es giebt dort eine bestimmte Stelle, deren Schleimhaut häufig atrophisch wird und bei dem geringsten Insult und bei den leichtesten Katarrhen zu bluten anfängt. Die rothen Blutkörperchen sind in der Regel in dem Secret von der gewöhnlichen normalen Beschaffenheit. Nur wenn sich Blutborken in der Nase gebildet haben, so findet man in diesen amorphes Blutpigment von rother, rothbrauner bis zu schwärzlicher Farbe.

Enthält das Secret Fibrin in bemerkbaren Mengen oder werden grössere fibrinöse Membranen entleert, so deutet das stets auf eine besondere Art der Erkrankung hin. Die mikroskopische Untersuchung kann dann nicht entscheiden, ob es sich um die acute Form der Rhinitis fibrinosa handelt oder um die chronische.

Thierische Parasiten der Nase sind beim Menschen nicht bekannt. Nur bei vernachlässigten Kindern und Schwerkranken kommen gelegentlich Fliegenlarven in der Nase vor, die dort nicht eigentlich parasitiren, aber doch erhebliche Entzündungen hervorrufen können. Sie sind gewöhnlich ohne weiteres makroskopisch kenntlich.

Fremdkörper werden von Kindern, Hysterischen und Geisteskranken nicht selten in die Nase gesteckt. Sie erzeugen dann Entzündungen, deren Secrete Theile der Fremdkörper enthalten können. Gewöhnlich handelt es sich um Erbsen, Bohnen, Holzstücke, Grashalme, Getreidegranen, Korkpartikel, Kalkstücke etc.

Von den Geschwülsten wird später noch die Rede sein.

Die mikroskopische Untersuchung des Conjunctivalsecrets.

Von Prof. v. **Hansemann.**

Ueber dasselbe können wir uns schon deshalb kurz fassen, weil es ausser zu bakteriologischen Zwecken, nur selten Gegenstand mikroskopischer Untersuchung wird und in dieser Beziehung wenig Charakteristisches bietet. Dass der normale Gehalt an Plattenepithelien und Leukocyten bei Entzündungen gesteigert ist und durch Anhäufung der letzteren rein eiterig werden kann, versteht sich so sehr von selbst, dass es kaum zu erwähnen ist.

Von Parasiten ist der Acarus (Demodex) folliculorum zu erwähnen, der in den Talgdrüsen und besonders den *Meibom*'schen Drüsen vorkommt. Er hat eine Länge von 3 Mm. Gewöhnlich wird er von Hunden oder von Katzen auf den Menschen übertragen.

Die mikroskopische Untersuchung des Genitalsecrets.

Von Prof. v. **Hansemann.**

Das Secret der weiblichen Geschlechtsorgane bietet mikroskopisch, abgesehen von seinem Gehalt an Bakterien, wenig Bemerkenswerthes. Es enthält normaler Weise Plattenepithelien, die aus der Vagina stammen und Cylinderepithelien mit undeutlichen Flimmern, die aus dem

Uterus herauskommen. Ausserdem sind stets Leukocyten darin enthalten. Bei Katarrhen, beim Fluor albus, bei chronischen Entzündungen und bei Geschwulstbildungen werden alle diese Bestandtheile vermehrt producirt. Auch mischt sich dann leicht etwas Blut hinzu, das natürlich während der Menstruation und nach Geburten in grösserer Menge producirt wird. Auch bei einer Anzahl Infectionskrankheiten, z. B. Influenza, dem Typhus, der Pneumonie, der Sepsis können Blutungen und Blutbeimischungen zu den Secreten eintreten, auch ausserhalb der Menstruation. Ganz besonders geschieht das auch bei Herzfehlern, bei denen die Cyanose der Schleimhaut eine Diapedese von rothen Blutkörperchen hervorbringt.

Von besonders grosser Bedeutung sind die Gewebsstücke, die während des Wochenbetts, bei Geschwülsten, während der Menstruation etc. spontan abgehen oder künstlich durch Auskratzen entleert werden. Aus ihnen lassen sich häufig weitgehende Schlüsse ziehen auf die verschiedenartigsten Vorgänge im Uterus.

Die Lochien ergeben in der Regel ein wenig charakteristisches Bild. Zuerst sind sie blutreich, später enthalten sie hauptsächlich Leukocyten, Uterus- und Scheidenepithelien. Bei fauligen Zersetzungen im Uterus sieht man Fettnadeln, Cholestearinkrystalle, Tripelphosphate zwischen faserigem und körnigem Detritus.

Bei der Menstruation gehen zuweilen Gewebsfetzen ab, die sehr verschiedene Bedeutung haben. Wenn man sie untersuchen will, so muss man sie zunächst sorgfältig vom Blut reinigen, was am besten mit einem Glasstab in einer Schale gewöhnlichen Wassers geschieht. Kleinere Fetzen bringt man frisch unter das Mikroskop. Grössere Stücke können lege artis gehärtet und geschnitten werden. Zunächst wird man finden, dass viele der fetzigen Gebilde im Menstrualblut Fibringerinnsel sind, die zum Theil erst nach Entleerung des Blutes entstanden sind. Häufig aber bestehen die Fetzen wirklich aus Zellen und Geweben. Man muss daran denken, dass während der Menstruation Theile einer jungen Frucht entleert werden können, und dass also Decidua- und Chorionzotten im Menstrualblut sein können. Dieselben sind am schönsten und sichersten frisch nachzuweisen.

Nicht selten werden auch Theile von Geschwülsten spontan entleert, nicht sowohl während der Menstruation, sondern auch ausserhalb derselben. Schleimpolypen und submucöse Myome können ganz oder zum Theil spontan ausgestossen werden. Carcinome und Sarkome, besonders die polypösen Formen stossen häufig Zellgruppen und ganze Gewebsstückchen ab. Besonders aber haben die malignen Chorionepitheliome eine Neigung zur Abbröckelung und man findet in den oft profusen Blutungen bei dieser Geschwulstbildnng die langen Züge der Syncytien und die einzelnen Zellen der Zellschicht. Die sichere Diagnose erfordert eine sorgfältige Untersuchung mit feineren Methoden, weswegen man die ausgestossenen Stücke stets einer sorgfältigen Härtung unterziehen muss.

Am häufigsten gelangt Auskratzungsmaterial aus dem Uterus zur histologischen Untersuchung. Man darf die Sicherheit der Diagnose aus solchen Stückchen nicht überschätzen, denn erstens sind dieselben meist sehr klein, zweitens geht die Auskratzung gewöhnlich nicht sehr in die Tiefe, so dass man nur oberflächliche Schichten untersuchen kann, und drittens ist man nicht imstande, die ausgekratzten Bröckel zu

orientiren. Man ist also vom Zufall abhängig, ob man sie senkrecht oder parallel zur Oberfläche schneidet. Nun giebt es ja zweifellos so charakteristische Fälle — und die mögen auch die Mehrzahl darstellen —, bei denen trotz dieser Schwierigkeiten die Diagnose ohneweiters zu stellen ist. Wenn sich charakteristische Chorionzotten finden, so ist es sehr einfach, den Abort zu erkennen. Auch manche Geschwülste sind unschwer durch das Curettement zu diagnosticiren. Wenn man in einem zellreichen, nicht wesentlich infiltrirten Stroma gut abgesetzte, mit Cylinderzellen ausgekleidete Drüsenschläuche von regelmässiger Beschaffenheit findet, so wird man nicht irren, wenn man darin das Bild der Endometritis hyperplastica oder proliferans sieht. Aber recht schwierig und häufig gar nicht mit Sicherheit zu untscheiden sind die Uebergangsformen, zum Beispiel zwischen der proliferirenden Endometritis und dem destruirenden Adenom. Es giebt da Formen, in denen die Drüsen ungewöhnlich zahlreich, aber noch ganz regelmässig sind. Diese habe ich schon bei destruirendem Adenom wie auch bei einfacher proliferirender Endometritis gesehen. Wenn die Drüsenepithelien mehrschichtig, die basale Grenze derselben unscharf, die Formen unregelmässig werden, so kann das unter Umständen — Kunstproducte und Schrägschnitte mit Sicherheit ausgeschlossen — Carcinom sein. Natürlich sind diese Dinge leichter zu unterscheiden, wenn man grössere Stücke oder das ganze Organ zur Verfügung hat und dürfte man dabei wohl jedesmal eine sichere Diagnose verlangen können. Aber aus dem Curettement kann sie unsicher bleiben und man ist dann gezwungen, sich auf einen exspectativen, beobachtenden Standpunkt zu stellen.

Ueber die thierischen Parasiten der weiblichen Genitalien sind nur wenige Worte zu sagen. Keiner derselben, die bisher gefunden wurden, erzeugt daselbst Krankheiten. Das Trichomonas vaginalis ist ein circa 8 Mm. langes Infusorium mit drei Geisseln und einer Reihe Wimpern. Vom Darm aus gelangt zuweilen der Oxyuris vermicularis in die Vagina. Er erzeugt dort starkes Jucken und führt dadurch bei Kindern zuweilen zu der Gewohnheit der Masturbation. Sonstige Parasiten wurden bisher nicht gefunden.

Die mikroskopische Untersuchung des Brustdrüsensecrets.

Von Prof. v. **Hansemann.**

Die Brustdrüse liefert zu jeder Zeit, auch beim Manne, wenn sie ausgebildet ist, ein Secret, das aber gewöhnlich so gering ist, dass es nicht in die Erscheinung tritt, etwa wie unter gewöhnlichen Verhältnissen das Secret der Schweissdrüsen, denen die Milchdrüsen überhaupt analog sind, wie *Benda* nachgewiesen hat. Nur zu zwei Zeiten steigert sich die Secretion, nämlich bald nach der Geburt und im Anschluss an die Schwangerschaft. Die Secretion der Neugeborenen, die Production der sogenannten Hexenmilch, betrifft beide Geschlechter. Es wird eine trübe, leicht gelblich gefärbte Flüssigkeit geliefert, die Fettkörnchenkugeln und fettigen Detritus enthält; dazwischen auch einige Leukocyten. Da

auch zu dieser Zeit Entzündungen auftreten können, so kann das Secret eiterig werden.

Von grösserer Bedeutung ist die Milchsecretion der Frau nach der Schwangerschaft. Die Thätigkeit der Milchdrüsen beginnt schon während der Gravidität, liefert aber zunächst noch keine Milch, sondern das sogenannte Colostrum. Dieses stellt eine eiweisshaltige Flüssigkeit dar, in der Fettkörnchenkugeln, die Colostrumkugeln und einzelne freie Fettkörnchen, ausserdem einige Leukocyten, suspendirt sind. Je näher die Geburt kommt, umsomehr reift das Colostrum zur Milch, d. h. die Fettkörnchenkugeln nehmen an Zahl ab und die Fettkörnchen zu. Auch werden die letzteren gleichmässiger in ihrer Grösse. Die reife Milch, deren Fettgehalt bis etwa zwei Monate nach der Geburt noch zunimmt, ist eine gleichmässige Fettemulsion. Leukocyten sind immer vereinzelt darin. Eine Steigerung derselben bedeutet einen pathologischen Process in der Mamma. Sie können so weit zunehmen, dass man von Eiter in der Milch sprechen kann. Bei Entzündungen ist auch zuweilen Blut der Milch beigemischt. Häufiger stammt solches aus Rhagaden an der Mamilla.

Eine Art von Secretion kann in der Milchdrüse auftreten bei Tumoren der Mamma. Das sogenannte intracanaliculäre Fibrom liefert eine wässerige, mit abgestossenen Epithelzellen und Leukocyten untermischte Flüssigkeit. Auch bei Carcinom der Mamma kann eine Pseudosecretion eintreten. Doch habe ich nie gesehen, dass in dem Secret Zellen vorhanden gewesen wären, die man als Krebszellen hätte deuten können.

Die mikroskopische Untersuchung des Secrets der männlichen Geschlechtsorgane.

Von Prof. v. **Hansemann.**

Die Spermaflüssigkeit besteht im wesentlichen aus den Secreten der Hoden, der Samenblasen der Prostata und der *Cowper*'schen Drüsen. Die histologisch wichtigen Bestandtheile rühren aus dem Hoden und der Prostata her. Die Hoden liefern die Spermatozoen, die beim Menschen circa 50 μ lang sind, einen abgeplatteten zugespitzten Kopf, ein kurzes Mittelstück und einen fadenförmigen Schwanz haben. Die Bewegung derselben ist eine lebhafte, schraubenförmige und wird auf 0,05 bis 0,15 Mm. in der Secunde angegeben. Ihre Bewegung lässt bei Abkühlung bald nach, ebenso bei Zusatz von Wasser oder anderen selbst indifferenten Flüssigkeiten. Sie lässt sich durch Zusatz dünner Kali- oder Natronlauge für kurze Zeit wieder anregen. In dem Sperma befinden sich ausserdem leicht glänzende, rundliche Körner, wahrscheinlich aus Lecithin, die der Prostata entstammen. Der Prostatasaft liefert ausserdem die *Böttcher*'chen oder Spermakrystalle. Dieselben rühren nicht, wie man früher glaubte, von den Spermatozoen her und haben also mit deren Anwesenheit gar nichts zu thun. Sie finden sich auch nicht im frisch ausgepressten Prostatasecret, wohl aber in der Leiche, sowie beim Stehenlassen des Spermas, ferner bei Zusatz von phosphorsaurem Ammon *(Fürbringer)*. Auch die geschichteten Körper der Prostata können im

Sperma vereinzelt auftreten. Ausserdem sind noch stets einige Zellen und Zelltrümmer anzutreffen, die aus den verschiedenen Wegen und Organen des Geschlechtsapparates stammen, also aus Hoden, Nebenhoden, Vas deferens, Samenblasen, Prostata, Urethra. Da ausserdem noch vereinzelte Leukocyten hinzukommen, so erklärt sich die ausserordentliche Mannigfaltigkeit der morphologischen Gebilde in der Spermaflüssigkeit (Fig. 71).

Unter pathologischen Bedingungen treten Veränderungen an den Spermatozoen ein, und es kommen fremdartige Bestandtheile hinzu, nämlich Eiter und Blut.

Zunächst ist es von Wichtigkeit, die Beweglichkeit der Spermatozoen zu constatiren. Dieselbe muss, wie aus dem Obengesagten hervorgeht, stets am frischen Sperma geprüft werden. Bewegungslose Spermatozoen brauchen aber noch nicht todt zu sein. Da, wie *Fürbringer* nachwies, der Prostatasaft es ist, der die Bewegung der Samenfäden auslöst, so kann diese Auslösung ausbleiben bei pathologischer Zusammen-

Fig. 71. Fig. 72.



Normales Sperma eines Sexualneurasthenikers bei Ejaculatio praecox. Vergr. *Zeiss* D. Oc. 3. *Böttcher*'sche Krystalle.

Oligospermie und Nekrospermia partialis nach alter Gonorrhoe. Vergr. *Zeiss* D. Oc. 3.

setzung des Prostatasecretes. Auch durch Blut- und Eiterbeimischung können die Spermatozoen in den äusseren Samenwegen abgetödtet werden. Bei der eigentlichen Nekrospermie sind die Spermatozoen nicht nur todt, sondern auch in ihrer Zahl vermindert und in ihrer Form verändert. Dabei zerfallen sie in Stücke, indem sich der Kopf loslöst oder der Schwanz in der Mitte durchbricht. Auch Degenerationserscheinungen sind an den Spermatozoen zu bemerken sowie eine mangelhafte Entwicklung. Man sieht dann besonders auch die Formen mit den sogenannten Halskrausen, bei denen das Mittelstück in eine quergestellte Platte oder Anschwellung verwandelt ist. Zellen mit Fettkörnchen, aber ohne sonstige Degenerationserscheinungen, d. h. mit einem gut erhaltenen Kern, werden als Hodenzellen aufgefasst. Diesen Gesammtzustand bezeichnet man als Oligospermie (Fig. 72).

Solange noch Spermatozoen vorhanden sind, selbst wenn dieselben todt oder verändert erscheinen, kann man mit Sicherheit annehmen, dass die Wege bis zu den Hoden durchgängig sind. Sind dieselben

irgendwo obliterirt oder sind die Hodencanälchen selbst zerstört, so ist die Ejaculationsflüssigkeit ganz frei von Spermatozoen, sei es dass die Hoden solche nicht mehr produciren oder dass sie nicht nach aussen gelangen können. Auch im letzteren Falle hört die Function der Hoden bald auf. Man findet dann in dem gelieferten Secret alle die vorher erwähnten Bestandtheile mit Ausnahme der Spermatozoen (Azoospermie).

Eiter und Blut sind dem Secret beigemischt bei Entzündungen in irgend einem Gebiet der Samenwege. Indessen stammen diese beiden Dinge gewöhnlich aus der Prostata oder der Harnröhre. Natürlich kann man nicht ohneweiters dem Secret ansehen, wo es herstammt. Es hängt dieses Urtheil im wesentlichen von der Art der Gewinnung ab, ob es durch Auspressen der Prostata oder durch Ausstreichen der Urethra erhalten wurde. Zwar enthält das pathologische Prostatasecret häufig eine grosse Menge Cylinderzellen, das pathologische Harnröhrensecret zuweilen eine grosse Menge Plattenepithelien. Aber diese specifischen Gebilde können auch fast ganz oder gänzlich fehlen.

Die normale Urethra liefert so gut wie kein Secret. Entzündungen produciren eine schleimartige bis eiterige Flüssigkeit, die zum Theil spontan austritt, zum Theil in der Urethra zurückbleibt und erst beim Harnlassen oder beim künstlichen Ausstreichen zutage tritt. Diese Entzündungen sind meist gonorrhoischer Natur. Man darf aber nicht vergessen, dass es auch nicht gonorrhoische Katarrhe giebt. Das Secret ist im Anfang der Entzündung spärlich, aber von vorneherein eiterig. Die Leukocyten sind sehr gut erhalten und zeigen nur wenig Fettmetamorphose. Wenn das Secret im weiteren Verlauf dünnflüssiger wird, so tritt auch Blut darin auf. Erst bei länger bestehender Entzündung findet sich die oben erwähnte massenhafte Abschuppung von Plattenepithelien. Noch lange, nachdem die eigentliche Entzündung vorüber ist, spült der Harn aus der Urethra sogenannte Schleimfäden, die aber nicht aus wirklichem Mucin bestehen, sondern aus gequollenem Albumen. Denselben haften zuweilen einzelne Epithelien, Leukocyten oder auch degenerirte Spermatozoen an.

Bei der Frau spielen die Harnröhrensecrete keine grosse Rolle. Was hier von Flüssigkeiten producirt wird, stammt fast ausschliesslich aus der Blase. Die gonorrhoische Harnröhrenentzündung ist bei Frauen ja nur selten. Bei der Cystitis findet auch eine Reizung der Harnröhre statt, aber ihr Secret mischt sich dann so sehr mit dem Harn, dass man es nicht unterscheiden kann. Die Entzündung der Bartholinischen Drüse, die man mit dem schrecklichen Wort Bartholinitis belegt hat, liefert ein eiteriges Secret, das auch unabhängig vom Urin ausfliesst und eiterig ist, zuweilen auch etwas Blut enthält.

Die mikroskopische Untersuchung der Punctionsflüssigkeiten.

Von Prof. v. **Hansemann.**

Die histologische Untersuchung von Punctionsflüssigkeiten geschieht in der Regel frisch und ohne Zusatz. Durch irgendwelche Fixirungs- und Färbemethode etwa nach Art des Blutes oder durch Einbettung und Schneiden gewinnt man keinerlei Vortheil in der Erkennung und Differenzirung der in den Flüssigkeiten suspendirten morphologischen Bestandtheile — natürlich mit Ausnahme der Bakterien, von denen aber hier nicht die Rede ist. Als Zusätze kann Essigsäure in Betracht kommen; eher aber noch Kalilauge, um alles bis auf einige widerstandsfähige Gebilde (elastische Fasern, Echinococcushaken etc.) aufzulösen.

Punctionsflüssigkeiten entstammen präformirten Hohlräumen oder solchen, die erst durch pathologische Zustände gebildet sind. Auch kann man Organe von weicher Consistenz punctiren oder auch mit besonderen Instrumenten harpuniren und so kleine Partikel zur mikroskopischen Untersuchung daraus gewinnen. Die letzte Methode scheint, wie ich glaube mit Recht, heute wieder ganz verlassen, da sie doch gewisse Gefahren mit sich bringt, ohne die Diagnose so wesentlich zu fördern, dass diese Gefahren dadurch compensirt würden.

Was nun die präformirten Körperhöhlen anbetrifft, so gestattet die Vollkommenheit der Technik, alle diese Höhlen zu punctiren und Flüssigkeit aus ihnen zu gewinnen. Es kommen also in Betracht das Perikard, die Pleuren, das Peritoneum, die Meningen, die Gelenke und die Gallenblase. Probepunctionen, d. h. solche, die nur dazu dienen, Material zur histologischen Untersuchung zu gewinnen, werden in der Regel mit dünnen Canülen ausgeführt. Ist das Exsudat in denselben aber dickflüssig oder enthält es Flocken, so verstopft sich die Canüle und man muss zur Einführung dickerer Instrumente übergehen. Zur Punction des Wirbelcanals sind noch besondere Vorsichtsmassregeln getroffen, weil es mit Gefahr verbunden ist, wenn man die Flüssigkeit zu schnell ablässt. Bei allen Punctionen muss man damit rechnen, dass man unbeabsichtigte Verletzungen erzeugen kann, selbst bei aller Vorsicht und bei aller Geschicklichkeit. Diese Gefahr ist besonders gegeben im Anstechen von Gefässen. So können abnorm verlaufende Intercostalarterien bei der Punction der Pleurahöhle, Arterien der Bauchwand bei

der Punction der Abdominalhöhle angestochen werden. Bei der Wirbelcanalpunction werden kleine Gefässe sehr leicht verletzt. Bei der Punction des Herzbeutels kann das Herz selbst angestochen werden. Es ist hier nicht der Ort, die Gefahren, die damit verbunden sein können und die man nicht unterschätzen soll, auseinanderzusetzen. Nur das muss erwähnt werden, dass durch solche unbeabsichtigte Verletzungen Blut und Organbestandtheile der Punctionsflüssigkeit beigemischt werden können, die ihnen eigentlich nicht angehören. Das im einzelnen Falle zu erkennen, ist oft recht schwierig, manchmal ganz unmöglich.

Die Punction des Perikards mit einer dünnen Nadel gilt im allgemeinen als ungefährlich, selbst wenn das Herz dabei verletzt wird. Es kann jedoch eine Gefahr bestehen, wenn man den rechten Ventrikel punctirt oder wenn die Musculatur schon schwerer erkrankt ist. Das durchtretende Blut aus dem Herzen vergrössert die feine Punctionsöffnung, so dass man bei der Section einen Canal findet, der einem mittleren Troicart entspricht. Man soll so weit nach links punctiren, dass man mindestens ins Septum gelangt, was am normalen Herzen etwa 3 Finger breit, 3—4 Cm., links vom Sternum liegt. Ist der Herzbeutel mit reichlicher Flüssigkeit erfüllt, so wird keine besondere Gefahr bestehen. Der normale Herzbeutel liegt dem Herzen vorne beim Liegen dicht an, da sich die spärliche Flüssigkeit nach hinten sammelt. Dasselbe geschieht in liegender Stellung bei mässiger Flüssigkeitsvermehrung. Erst wenn etwa 300 Ccm. und mehr im Herzbeutel sind, findet sich beim Liegen auch an der vorderen Fläche Flüssigkeit. Die Flüssigkeit enthält stets Zellen. Wir nennen sie rein serös, wenn die Zellen so gering an Zahl sind, dass sie keine makroskopisch sichtbare Trübung erzeugen. Von hier giebt es alle Uebergänge bis zum rein eiterigen Exsudat, dem Pyoperikardium. Im Beginn einer Entzündung findet man stets zahlreiche Perikardepithelien im Exsudat, später treten diese gegen die Leukocyten zurück und sind zwischen denselben nur noch ausnahmsweise aufzufinden. Geringe Fibrinflocken gehören zu den häufigen Befunden bei Perikarditis. Grössere Massen desselben sind das Zeichen einer fibrinösen oder tuberculösen Perikarditis. Blut tritt in das Exsudat bei hämorrhagischen Entzündungen und bei Blutungen. Die ersteren sind entweder tuberculöser oder krebsiger Natur. Nur sehr selten sind hämorrhagische Entzündungen auf anderer, meist unbestimmter Basis oder im Anschluss an Endokarditis bei Polyarthritis oder Sepsis. Blutungen in den Herzbeutel können ohne jede Spur von Entzündung entstehen. Abgesehen von der Perforation des Herzens kommen solche bei den verschiedenen Formen der Bluterkrankheiten vor, die man früher in das Gebiet des Scorbuts rechnete. Das ist also beim eigentlichen Scorbut, bei den Blutfleckenkrankheiten, der Leukämie, der Hämophilie, der acuten gelben Leberatrophie, der Phosphorvergiftung, dem perniciösen Icterus aus irgend einem Grunde, bei Pilzvergiftungen u. s. w. Auch Geschwulstzellen können sich dem Exsudat beimischen. Sie unterscheiden sich von den übrigen zelligen Gebilden durch ihre unregelmässige Grösse und die starke Fettmetamorphose. Sie sind gewöhnlich zu kleinen Haufen verklebt, die schon makroskopisch als Flöckchen sichtbar sind. Die Art der Geschwulst, ob Carcinom oder Sarkom, wird sich nur in den seltensten Fällen aus einem solchen Befund unterscheiden lassen.

Sehr ähnlich liegen die Verhältnisse bei der Pleura. Normaler Weise enthält dieselbe keine nachweisbare Flüssigkeit. Die sogenannten rein serösen Exsudate und selbst die Transsudate enthalten schon einzelne Zellen, die durch Centrifugiren zur Anschauung gebracht werden können. Bei Entzündungen treten zuerst viele Pleuraepithelien in die Erscheinung, später prävaliren die Leukocyten. In Bezug auf Fibrin und Blut gelten dieselben Bedingungen wie für das Perikard. Doch ist die Pleura pulmonalis fast noch geneigter, Fibrin auszuscheiden, als das Perikard. Bei jedem entzündlichen oder infiltrirenden Lungenprocess, der bis an die Pleura reicht, kommt es zur Exsudation von Flüssigkeit und Bildung von Fibrin. Grössere fibrinöse Massen bilden sich bei der fibrinösen Pneumonie und bei allen chronischen Zuständen, z. B. der tuberculösen Phthise und der Carcinose. Bei diesen beiden Erkrankungen ist auch das Exsudat mit Vorliebe hämorrhagisch, d. h. jedes hämorrhagische Exsudat erweckt den Verdacht auf Tuberculose oder Carcinom, aber nicht jede Tuberculose oder jedes Carcinom erzeugt ein hämorrhagisches Exsudat. Dazu kommt bei den Lungen noch der hämorrhagische Infarct, bei dem aber das Exsudat nur sehr selten rein oder fast rein hämorrhagisch ist. Meist findet man nur eine gewisse Menge von Erythrocyten beigemischt. Blutungen aus der Pleura, die unabhängig von Entzündungen und Traumen so copiös sind, dass sie das Exsudat bemerkenswerth roth färben, sind entschieden seltener als im Herzbeutel, haben aber dieselben Ursachen wie dort und kommen auch meist mit diesen combinirt vor.

Fig. 73.



Eitriges Exsudat der Pleura.
Vergr. *Zeiss* D. Oc. 2.

Von der Anwesenheit einzelner Leukocyten bis zu einem rein eiterigen Exsudat in der Pleurahöhle (Fig. 73) giebt es alle Uebergänge. Bei jeder Entzündung vermehren sich die Leukocyten und man kann durch Centrifugiren der Punctionsflüssigkeit auch dann einen eiterigen Niederschlag bekommen, wenn für die makroskopische Betrachtung die Flüssigkeit ganz klar aussieht. Von einem Empyem kann man erst sprechen, wenn die Flüssigkeit schon makroskopisch eiterig aussieht und ohne Sedimentirung überall reichliche Eiterzellen oder eiterige Flocken aufweist. Gelegentlich besteht die Flüssigkeit aus reinem, dickem Eiter. Wenn die Entzündung durch Perforation eines Lungenabscesses, einer Gangrän oder einer käsigen Hepatisation entstanden ist, so können sich dem Exsudat alle die Bestandtheile dieser pathologischen Processe beimischen. Gewebsfetzen mit elastischen Fasern, Käsebröckel, Fettsäurenadeln u. s. w., alle die Gebilde, die sich bei den genannten Affectionen auch im Sputum finden, gehen dann in das Pleuraexsudat über. Da sie jedoch im Vergleich zur Menge des Exsudates nur gering sind, so gehört ein gewisser Glücksfall dazu, sie aufzufinden.

Es sei hier nur kurz erwähnt, dass sich bei einer Reihe von allerdings seltenen Krankheiten auch Mageninhalt in die Pleurahöhle ergiessen kann, z. B. bei Perforationen von Magengeschwüren, Oesophaguskrebsen

und Divertikeln, sowie endlich bei perforirenden Wunden, wie sie durch verschluckte Fremdkörper oder auch von aussen eintreten können.

Als Chylothorax bezeichnet man den Zustand, bei dem sich in der Pleurahöhle eine milchige Flüssigkeit ansammelt. Am reinsten kommt derselbe zustande, wenn durch ein Trauma der Ductus thoracicus einreist. Es werden dann nach und nach viele Liter von Chylus in die Brusthöhle entleert. Mit wenig Berechtigung nennt man auch diejenigen Ergüsse chylös, die weniger getrübt sind durch einen fettigen Detritus, der seinen Ursprung von fettig zerfallenen Geschwulstzellen hernimmt. Geschwulstzellen sind besonders bei Carcinose häufig sehr schön zu sehen. Doch können Geschwülste vorhanden sein und doch die Zellen derselben im Exsudat vollständig fehlen.

Auch in der Bauchhöhle sind die Verhältnisse den vorigen in Bezug auf die mikroskopische Untersuchung der Punctionsflüssigkeiten sehr ähnlich. Zu den Ursachen der allgemeinen Stauung bei Herzfehlern und Nierenentzündung kommen hier noch die Lebercirrhose und sonstige Pfortaderverengerungen hinzu, so dass der einfache transsudative Ascites häufiger ist als Exsudate. Hämorrhagische Entzündungen sind aber entschieden seltener als in der Pleura- und Perikardhöhle. Doch kommen auch hier bei Tuberculose und Carcinom solche hämorrhagische Entzündungen vor. Wirkliche Blutungen sind nicht häufig, abgesehen von Traumen und geplatzten extrauterin gelegenen Fruchtsäcken. Bekannt sind solche Blutungen bei Lebercirrhose aus geplatzten Varicen oder durch Diapedese entstanden. Ferner ulceriren zuweilen weiche metastatische Lebercarcinome nach der Bauchhöhle und geben zu grossen Blutungen Veranlassung. Bei Typhus können Blutungen aus dem Darm bei gleichzeitiger Perforation eines Geschwüres in die Bauchhöhle erfolgen. Einmal sah ich sie auch, ohne dass eine Perforation stattgefunden hatte und ohne dass selbst eine Blutung in den Darm erfolgt war. Die Quelle der Blutung blieb dabei dunkel. Blutungen aus geplatzten Corpora haemorrhagica sind nur selten copiös. Blutige Beimischungen zu Exsudaten geschehen auch beim hämorrhagischen Infarct des Darms, bei hämorrhagischer Pankreatitis und bei reponirten incarcerirten Hernien, die schon zu Gangrän geführt haben. Endlich sind noch in die Bauchhöhle perforirte Aneurysmen zu nennen. Sowohl das Aneurysma der Bauchaorta und der Iliacae, als auch das Aneurysma dissecans kann durch Blutung in die Bauchhöhle sein Ende erreichen. Man sieht, so mannigfaltig auch die Ursachen zur Blutung sind, so tragen die Einzelfälle sämmtlich den Charakter der Curiosa an sich und sind in Summa als selten zu bezeichnen.

Bei den Entzündungen ist das Exsudat vorzugsweise serös bis eiterig. Fibrin ist nur in geringer Menge darin enthalten und haftet meist den Darmschlingen so fest an, dass es sich höchstens in ganz kleinen Flöckchen der Punctionsflüssigkeit beimischt. In dem Ascites bei Lebercirrhose fand ich häufig eine sehr starke Anhäufung von Peritonealepithelien. Es ist das wohl erklärlich, wenn man bedenkt, dass diese Form des Ascites nur selten ein reines Transsudat ist, sondern gewöhnlich auf einer chronischen Entzündung des Peritoneums beruht, die mit einer förmlichen Pachydermie desselben verbunden ist. Diese Pachydermie des Peritoneums ist auch die Ursache, dass das Exsudat bei der Lebercirrhose nach häufigem Punctiren so leicht eiterig wird.

So lange das Peritoneum gut resorbirt, ist es nicht übermässig empfindlich gegen eine Infection mit Bakterien. Die chirurgische Reinlichkeit genügt, um bei Punctionen eine Infection auszuschliessen. Besteht aber eine diffuse Entzündung, die die Resorptionsfähigkeit der Bauchhöhle herabsetzt oder aufhebt, so genügt fast ein einziges Eiterbakterium, um eine eiterige Peritonitis zu erzeugen.

Man spricht auch von einem chylösen Ascites, wenn die Flüssigkeit so weit durch Fetttröpfchen getrübt ist, dass sie mehr oder weniger rein milchig erscheint. Die typischen Fälle entstehen durch Ruptur des Ductus thoracicus in die Bauchhöhle oder durch Platzen einer Lymphcyste. Dadurch ergiesst sich der Chylus literweise in die Bauchhöhle. Aber auch in anderer Weise kann eine Art von chylösem Ascites entstehen, nämlich wenn Carcinomzellen massenhaft fettig zerfallen und ihren Detritus der Ascitesflüssigkeit beimischen. Sie wird dadurch niemals so rein milchig wie durch directen Einbruch von Chylusflüssigkeit.

Fig. 74.



Krebszellen und Blut aus Asciten.
Vergr. *Zeiss* D. Oc. 3.

Bei Perforationen des Darms findet man in dem Exsudat neben den Eiterkörperchen auch Bestandtheile des Darminhaltes. Bei Perforationen der Gallenblase nicht nur gelöstes Gallenpigment, wie beim gewöhnlichen Icterus, sondern auch geformtes. Chorionzotten könnten sich gelegentlich bei einer geplatzten Extrauterinschwangerschaft vorfinden, doch ist mir nicht bekannt, dass es jemals gelungen ist, solche Gebilde in Punctionsflüssigkeiten nachzuweisen. In keinem Exsudat aber sieht man so schöne und so massenhafte Geschwulstzellen als in der Ascitesflüssigkeit bei Carcinose des Bauchfelles (Fig. 74). Dieselben sind oft zu schönen Conglomeraten angeordnet. Frisch aufgefangen und auf dem erwärmten Objectträger betrachtet, zeigen sie zuweilen eine amöboide Beweglichkeit. Sie wurden deshalb irrthümlich als Amöben beschrieben.

Bei dieser Gelegenheit muss noch des Pseudomyxoms des Peritoneums Erwähnung gethan werden. Dasselbe kommt zustande, wenn

eine Colloidcyste des Ovariums in der Bauchhöhle platzt. Der dickschleimige Inhalt verschmiert sich dann über die Serosa und bleibt in der Form kleiner durchsichtiger Geschwülste daran haften. Diese Massen gehen auch in die Punctionsflüssigkeit über. Die Diagnose ist nicht schwer zu stellen, da die colloiden und häufig wirklich myxoiden Massen jede Organisation entbehren und dadurch nicht leicht mit echten Myxomen verwechselt werden.

Die Punction der Meningen wird in neuerer Zeit in grossem Umfange geübt. Es sind Hunderte, ja Tausende von Punctionen des Wirbelcanals vorgenommen worden. Ich glaube aber nicht, dass man sehr viele Fälle namhaft machen kann, in denen die Punction die Diagnose, die man durch sorgfältige Beobachtung gewonnen hat, wesentlich modificirt hätte oder für die Therapie eine neue Direction gegeben hätte. Die Complicirtheit der Verhältnisse bringt es mit sich, dass die Resultate der Punction häufig nicht eindeutig sind. Man vergegenwärtige sich nur, wie die Gehirnhäute sich am Gehirn und am Rückenmark verhalten. Das Gehirn ist von der Pia mater überkleidet. Ich kann nicht anerkennen, dass diese sich in zwei getrennte Häute zerlegen lässt. Vielmehr hängt die Pia mit der sogenannten Arachnoidea fest und untrennbar zusammen. Erst an der Medulla oblongata findet eine wirkliche Trennung statt, so dass nur die eine Haut das Rückenmark bekleidet, die andere der Dura anliegt.

Auch die Dura mater ist über dem Gehirn eine einfache Haut, die gleichzeitig Hülle des Gehirns und Periost darstellt. In der Jugend und im Alter, sowie bei gewissen pathologischen Veränderungen liegt sie dem Knochen fest an und kann nur mit Gewalt davon getrennt werden. Auch die Dura mater theilt sich im Gebiet der Medulla oblongata in zwei Blätter. Das eine bildet die Dura des Rückenmarkes und legt sich der Pia derselben an, das andere bildet das Periost des Wirbelcanals. Die Höhle nun, die man punctirt, liegt zwischen den beiden Blättern der Pia, die man als Pia medullaris und Pia duralis oder parietalis bezeichnen kann. Nach oben, d. h. nach der Schädelhöhle zu, ist dieselbe abgeschlossen durch die Arachnoidea. Diese ist aber nicht so dicht, dass sie nicht Exsudate und Blutungen hindurch liesse. Auch gesteigerter intrameningealer Druck setzt sich vom Gehirn bis an die Cauda equina fort. Aber diese unter normalen Verhältnissen bestehenden Zustände werden durch Krankheiten wesentlich modificirt, besonders in der Richtung, dass der Abschluss ein vollkommener wird und dass nun aus dem intrameningealen Raum nichts mehr zur Cauda equina vordringt. Ein positiver Befund ist also wohl verwerthbar für die Diagnose, ein negativer nicht. Das muss man wohl im Auge behalten, wenn man Irrthümer vermeiden will. So können bei eiteriger Meningitis keine oder nur ganz spärliche Leukocyten in der Punctionsflüssigkeit sein. Bei hämorrhagischer Pachymeningitis kann Blut vollkommen fehlen. Dagegen kann durch Punction eines meningealen Gefässes sich sehr leicht Blut der Flüssigkeit beimischen. Bei tuberculöser Meningitis kann das Exsudat ganz zellfrei (und auch bacillenfrei) sein. Ich habe, besonders im Anfang, als diese Erfahrungen noch nicht gesammelt waren, unter dem Eindruck des Punctionsresultates sehr häufig Fehldiagnosen erlebt. Im grossen und ganzen glaube ich, dass die Punction des Wirbel-

canals mehr eine Methode des klinischen Instituts bleiben, als sich noch mehr in die allgemeine Praxis einführen wird.

Die Punction der Gallenblase kann wichtige Resultate ergeben. Sie ist aber sicher dann nicht ohne Gefahr, wenn sich Eiter mit virulenten Bakterien darin befinden. Die Uebertragung einer eiterigen Entzündung auf die Bauchhöhle geschieht weniger durch Austritt virulenten Materials aus der Punctionsöffnung als durch Abstreichen solchen Materials von der Punctionsnadel beim Herausziehen derselben. Im übrigen würde sich durch histologische Untersuchung wohl feststellen lassen, ob der Process ein eiteriger ist, ob sich Galle oder schleimig-wässerige Flüssigkeit in der Gallenblase befindet. Zuweilen würde sich sogar exploriren lassen, ob eine Geschwulst darin vorhanden ist. Im ganzen hat die Punction der Gallenblase wegen der damit verbundenen Gefahr nur geringe praktische Bedeutung.

Die Gelenke werden häufig punctirt, um zu erweisen, welcher Inhalt sich vorfindet. Es kommen drei Formen der Ergüsse vor, der seröse, der eiterige und der hämorrhagische. Durch die Feststellung der Form des Inhalts wird die Diagnose erhärtet und die zu ergreifenden Massnahmen beeinflusst. Aber die bestimmte Diagnose kann allein von der mikroskopischen Diagnose des Exsudates nicht gestellt werden. Sie ergiebt sich aus den klinischen Erscheinungen, den anamnestischen Daten und der bakteriologischen Untersuchung.

Ausser der Punction vorgebildeter Körperhöhlen werden sehr häufig mit Vorbedacht Organe, oder Abscesse, Cysten und dergleichen punctirt. Fast alle Organe mit Ausnahme der Milz vertragen eine solche Punction anstandslos. Wenn man Gelegenheit hat, bald nach einer solchen Punction, z. B. der Lunge, der Leber, eine anatomische Untersuchung der Organe vorzunehmen, so ist man meist nicht mehr imstande, die Stelle der Punction aufzufinden. Es wird sich gewöhnlich darum handeln, Abscesse oder sonstige Entzündungsherde nachzuweisen und aufzusuchen. Es hat dann in der Regel keine grossen Schwierigkeiten, unter dem Mikroskop die An- oder Abwesenheit solcher Abscesse zu erhärten. Wohl aber ist es meist schwierig, mit Sicherheit anzugeben, ob die Punctionsflüssigkeit wirklich aus dem gewollten Organ herstammt. So kann es bei der Lunge schwierig sein, zu sagen, ob man Flüssigkeit aspirirt hat aus dem Lungenparenchym, aus einem Bronchus oder aus einer abgesackten Pleuritis. Wenn man nicht specifisches Gewebsmaterial in der Punctionsflüssigkeit hat, so bleibt die mikroskopische Diagnose in dieser Hinsicht immer zweifelhaft. Freilich gelingt es auch oft genug, elastische Fasern der Lunge, Leberzellen etc. zugleich mit Eiterzellen zu aspiriren und dadurch die Diagnose zu ermöglichen. Auch bei Retentionscysten lässt sich die Diagnose meist aus der Art ihres Inhaltes zusammen mit den darin suspendirten Zellen stellen. Es ist natürlich unmöglich, eine erschöpfende Uebersicht aller vorkommenden Fälle zu geben. Ich will nur eine Anzahl recht charakteristischer Beispiele hervorheben. Am Halse kommen die Cysten der branchiogenen Fisteln vor, die sogenannten tiefen Atherome des Halses. Die sich an den äusseren Abschnitten der Fisteln bildenden Cysten enthalten einen echten atheromatösen Brei, ein Gemisch von verhornten Epidermiszellen, fettigem Detritus und Cholestearinkrystallen. Die aus den inneren Abschnitten hervorgehenden Cysten sind dagegen mit Schleim gefüllt, in

dem sich Flimmerepithelien finden, die häufig ihre Bewegungsfähigkeit, besonders bei leichter Erwärmung und auf Zusatz von Kalilauge, sehr lange nach der Entnahme noch bewahren. Die Cysten des Pankreas haben einen sehr verschiedenen Inhalt. Derselbe ist bei manchen schleimig (mit dem specifischen Ferment), bei anderen fettig, wieder bei anderen blutig. Die Chyluscysten des Mesenteriums enthalten, wie das ihr Name besagt, eine chylöse, milchartige Flüssigkeit. Die Cysten im Bereich



Fig. 75.



Hyaline Membran einer Echinokokkenblase.
Vergr. *Zeiss* A. Oc. 3.

der Ovarien können specifische Elemente, wie Haare, Fett, Colloid und dergleichen, enthalten, es können aber auch ganz indifferente Flüssigkeiten darin sein, ebenso wie Blut oder Eiter. Die Punction von Retentionscysten der Leber und Nieren ergiebt selten ein für die histologische Betrachtung befriedigendes Resultat. Einer besonderen Erwähnung bedürfen die Echinokokken. Dieselben kommen in den Lungen, am Herzen, in Milz, Nieren, Abdomen, in den Knochen und im Gehirn, aber ganz besonders häufig in der Leber vor. Sie imponiren meist als Geschwülste und ihre Diagnose ist, wenn das unsichere Hydatidenschwirren nicht zu fühlen ist, in der Regel erst durch die Punction zu stellen. Diese fördert eine Flüssigkeit zutage, die mehr klar oder mehr eiterig aussehen kann. In Wirklichkeit enthält sie keinen Eiter, sondern einen Brei von Fetttropfen und Cholestearinkrystallen. In diesem Brei finden sich sehr selten ganze Scolices oder Partien der hyalinen Membranen (Fig. 75) des Blasenwurms. Wohl aber enthält er regelmässig die Haken des Echinococcus (Fig. 76); freilich in sehr wechselnder Zahl. Manchmal sieht man sofort mehrere in einem Gesichtsfeld, manchmal sind sie so

Fig. 76.

Echinococcushaken.
Vergr. *Zeiss* D. Oc. 3.

selten, dass man lange in mehreren Präparaten suchen muss, bis man sie findet. Ich finde, dass die meisten Anfänger sich diese Haken viel zu gross vorstellen und sie deshalb mit zu schwachen Vergrösserungen aufzusuchen sich — natürlich vergeblich — bemühen. Die Haken sind viel kleiner als diejenigen der Cysticerken der gewöhnlichen Bandwürmer. Nur sehr gewiegte Mikroskopiker können sie mit schwachen oder mittleren Vergrösserungen sehen. Es gehören schon stärkere Trockensysteme dazu, um sie nachzuweisen. Ein einziger sicherer Haken genügt, um die Diagnose zu befestigen. Ohne den Nachweis aber kann der Inhalt der Echinokokken verwechselt werden mit einem solchen aus irgend einem alten, eingedickten Abscess oder einer Retentionscyste mit altem eiterigen Inhalt.

Die mikroskopische Untersuchung excidirter Stücke.

Von Prof. v. **Hansemann.**

In der mikroskopischen Diagnostik spielt die „Stückchendiagnose" eine hervorragende Rolle. Alles, was dem Körper künstlich entnommen oder von ihm spontan abgestossen wird und so gross ist, dass es nicht ohneweiters in toto unter das Mikroskop gebracht werden kann, gehört in dieses Gebiet. In erster Linie sind daher hier die Probeexcisionen zu nennen. Diese bestehen darin, dass man aus irgend einem pathologisch veränderten Gewebe ein Stück zum Zweck der mikroskopischen Untersuchung herausscheidet. Meist handelt es sich um Geschwülste im älteren, *Virchow*'schen Sinne. Es soll also zunächst festgestellt werden, ob es sich um eine echte Geschwulst oder um einen entzündlichen, syphilitischen, leukämischen Process und dergleichen handelt. In zweiter Linie wird gefragt, welcher Art die Geschwulst sei, Carcinom, Sarkom, Lipom, Myom etc., überhaupt ob gutartig oder bösartig. Wie weit man in der Diagnose dabei kommt, hängt ab von der Grösse des Stückes, von der Erhaltung desselben, von der richtigen Localisation und Orientirung und von einer ganzen Reihe von Zufälligkeiten.

Wenn sich an einem äusseren Körpertheil eine Geschwulst befindet, so wird man in der Regel nicht zu einer Probeexcision schreiten, sondern gleich eine Totalexcision vornehmen. Nur in solchen Fällen, wo diese bei Unsicherheit der Diagnose eine weitgehende Verstümmelung des Individuums mit sich bringt, da ist die Probeexcision gerechtfertigt. Denn dieselbe ist nicht ganz ohne Gefahr. Die Erfahrung hat nämlich gezeigt, dass maligne Geschwülste stärker und schneller wachsen, wenn sie angeschnitten werden.

Auf alle Fälle hat also die Untersuchung möglichst schnell zu geschehen, damit die definitive Operation der Probeexcision so schnell wie möglich folgen kann.

Nur ist bei diesen Probeexcisionen einiges besonders zu beachten. Wenn es sich um eine Geschwulst handelt, so ist es für die Stellung der Diagnose nicht gleichgiltig, welcher Partie der Geschwulst die Probe entnommen wird. Die Oberfläche und das Centrum einer Geschwulst befinden sich häufig im Zustande regressiver Metamorphose, und zwar die Oberfläche durch Ulceration und Einwirkungen termischer und bakterieller Natur, das Centrum durch Erweichung oder Vernarbung. Man wird also weder von der Oberfläche noch von dem Centrum gute Präparate zur Diagnose erwarten können. Die Excision muss also mehr nach dem Rande zu erfolgen, wo die jüngsten Partien der Geschwulst sich befinden. Aber in dem der Geschwulst benachbarten

Gewebe, das dem Muttergewebe der Geschwulst identisch ist, kommen gar nicht selten collaterale Wucherungen vor, die, selbst wenn die Geschwulst als solche bösartig ist, einen durchaus gutartigen Charakter tragen können. So findet man häufig collateral von Zungen- oder Kehlkopfkrebsen gutartige warzige Excrescenzen, neben Magencarcinomen gewöhnliche Schleimhautpolypen, neben Blasencarcinomen Zottengeschwülste u. s. w. Es ist klar, dass, wenn man eine solche collaterale Wucherung zur mikroskopischen Untersuchung entfernt, man die Diagnose auf einen durchaus gutartigen Tumor stellen muss. Solche Irrthümer können sehr verhängnisvoll werden. Man gehe also bei der Probeexcision nicht über den Rand der Geschwulst hinaus und wähle besonders nicht dazu etwa kleine Geschwülste, die sich in der Nachbarschaft einer grösseren vorfinden.

Von grosser Wichtigkeit ist es, wenn man nicht nur eine Probe der Geschwulstmasse, sondern auch den Uebergang derselben in das darunterliegende Gewebe untersuchen kann. In manchen Fällen lässt sich die Diagnose der Bösartigkeit nur daraus stellen, dass man nachweisen kann, dass die Wucherung in die Tiefe wächst und womöglich hier schon die ersten Anfänge der Metastase entwickelt sind, indem das ursprüngliche continuirliche Wachsthum in ein discontinuirliches übergegangen ist. In schwierigen Fällen wird man nicht umhin können, Serienschnitte von solchen Stücken zu machen, um die Continuität nachzuweisen oder auszuschliessen.

Besondere Schwierigkeiten der Diagnose entstehen bei den Auskratzungen und Ausschabungen, die bei Fisteln, Gelenksentzündungen, Geschwüren und besonders bei entzündlichen Zuständen des Uterus ausgeführt werden. Dabei werden Gewebsstücke und Bröckel producirt, aus denen eine Orientirung schlechterdings unmöglich ist. Es ist ganz dem Zufall anheimgegeben, ob die Schnitte quer oder parallel zur Oberfläche liegen und man kann es manchmal den Schnitten nachher nicht einmal ansehen, in welche Richtung sie gefallen sind. Ist nun das Bild sehr charakteristisch, wie es früher schon für die Endometritis angegeben wurde, dann bietet die Diagnose keine Schwierigkeit. Handelt es sich z. B. bei der Auskratzung von Fisteln um tuberculöses Gewebe, so ist es leicht, das ohneweiters zu erkennen. Wenn aber atypische Epithelwucherungen vorliegen im Sinne *Friedländer's*, dann wird es schliesslich unmöglich, zu sagen, worum es sich handelt.

Es ist einmal eine Zeit lang empfohlen worden, mit einer bestimmten Form von Troicart aus dem Innern von Organen kleine Stücke zur Untersuchung herauszuholen, so z. B. aus der Milz bei dem Verdacht auf Leukämie. Auch habe ich einmal aus der Excision eines kleinen Leberstückes die Diagnose auf Syphilis stellen können, wodurch dann die richtige Therapie eingeleitet wurde, die auch thatsächlich zum Ziele führte. Aber solche Verfahren dürften wohl kaum zu einer zielbewussten Methode auszuarbeiten und immer nur als gelegentliche Ereignisse anzusehen sein.

Es ist ganz bekannt, dass bei der Ausspülung oder Sondirung des Magens gelegentlich kleine Gewebsstücke an der Sonde hängen bleiben und herausbefördert werden. In Wirklichkeit ist es wiederholt gelungen, aus solchen kleinen Stücken eine Diagnose zu stellen. Da die Magenschleimhaut sehr regenerationsfähig ist, so kann man im allgemeinen annehmen, dass solche Läsionen unschädlich sind. Sie können

auch schon bei der leichtesten Berührung mit ganz weichen Magensonden zustande kommen. Aber man darf doch die Gefahr einer solchen Verletzung nicht unterschätzen. Wenn auch vielleicht bei hundert Fällen keine weiteren Folgen eintreten und die erzeugte Wunde glatt heilt, so kann doch in einzelnen Fällen bei besonders disponirten Personen aus dem Defect ein Geschwür entstehen. Ich bewahre mehrere solche Präparate, die das aufs deutlichste zeigen und die zur Vorsicht mahnen. Der Nutzen, den man durch eine solche Manipulation erzielt, muss stets die eventuellen Gefahren compensiren.

Gar nicht selten werden Gewebsstücke spontan entleert. Polypen des Rachens können sich loslösen und expectorirt werden, sequestrirte Stücke von Lungengewebe oder Lungentumoren werden gelegentlich ausgehustet. Beim Brechact können Magenpolypen ausgestossen werden. Uteruspolypen und sonstige kleine Tumoren gehen mit der Menstruation oder mit extramenstrualen Blutungen ab. Darmpolypen und Stücke invaginirten Darmes werden bei der Defäcation entleert. Auch von der äusseren Haut können pathologische Gebilde abfallen, z. B. ein Fibroma oder Lipoma pendulum, ein Akrochordon u. s. w. Alle diese Dinge unterliegen der mikroskopischen Untersuchung zur Feststellung ihrer Natur. Doch sind alle diese spontan ausgestossenen Gebilde gewöhnlich schon stark macerirt, denn der Process, der sie zur Loslösung vom Körper bringt, unterbricht gleichzeitig ihre Blutzufuhr und dadurch ihre Ernährung. Bis sie nun zur Ausstossung gebracht werden, leiden die vorher schon nekrotischen Zellen und werden oft bis zur Unkenntlichkeit verändert. Besonders sind die epithelial angeordneten Zellen und die an der Oberfläche gelegenen davon betroffen. Bindegewebe und elastische Fasern halten sich viel länger. Man wird also bei der weiteren Behandlung besonders darauf Bedacht nehmen müssen, diese Bestandtheile besonders intensiv darzustellen, was man für die Bindesubstanzen am besten durch die *v. Gieson*'sche Färbung, für die elastischen Fasern durch die *Weigert*'sche Fuchsinmethode erreicht.

Aus alledem kann man ersehen, welche Schwierigkeiten der Diagnosenstellung schon durch die Natur der Sache entgegenstehen. Diese Schwierigkeiten können durch ungenügende oder falsche Vorbehandlung noch gesteigert werden, wie ich das in der technischen Einleitung auseinandersetzte. Ich kann nicht genug betonen, wie viele Fehler in dieser Beziehung gemacht werden und wie viel Diagnosen, die sonst gestellt werden könnten, dadurch vereitelt werden. Und doch betreffen alle diese Dinge nur die Präliminarien der Untersuchung. Die eigentliche Arbeit beginnt erst mit der Betrachtung des Präparats und der richtigen Beurtheilung desselben. Hierzu ist aber nicht nur eine allgemeine Kenntnis der pathologischen Vorgänge im Körper nothwendig, sondern auch die Erfahrung über die normalen Verhältnisse. Man glaube nicht, dass jemand imstande sei, krankhafte Gewebe richtig und ausreichend zu beurtheilen, der nicht die normale Structur dieses Gewebes genau kennt. Es bilde sich kein Specialist für irgend einen Körpertheil ein, dass er imstande sei, die histologischen Verhältnisse seiner speciellen Region genügend beurtheilen zu können, wenn er nicht die analogen Verhältnisse der übrigen Gewebsarten aus Erfahrung kennt. Und ich möchte glauben, dass dieser Satz nicht allein für die pathologische Histologie, sondern auch für die übrigen medicinischen Disciplinen gilt.

Blut.

Von Prof. Dr. **E. Grawitz.**

Untersuchungsmethode.

Zur histologischen Untersuchung des Blutes dienen kleine Blutströpfchen, welche mittels einer scharfen Nadel oder Lancette aus der mit Aether getrockneten und gereinigten Haut entnommen werden.

Die Untersuchung geschieht am besten immer zuerst am frischen Präparate, welches in folgender Weise hergestellt wird: Mit einem spiegelblanken Deckgläschen wird die Kuppe eines kleinen Blutstropfens

Fig. 77.



abgehoben und ohne weitere Manipulation sofort auf einen ebenfalls spiegelblanken Objectträger gelegt. Zu diesem Behufe kann man die Gläschen mit den Fingern direct anfassen oder, was die Exactheit noch erhöht, mit einer flachen Pincette (Fig. 77), welche eine Beeinflussung des Bluttröpfchens durch die Wärme und die Feuchtigkeit der Fingerhaut verhindert.

Ist die Abhebung des Blutstropfens ohne Berührung der Haut geschehen und waren die beiden Glasflächen vollständig spiegelblank, so breitet sich unmittelbar nach dem Aufbringen des Tropfens derselbe in feinster capillärer Schicht scheibenförmig zwischen den beiden Gläsern aus, so dass man bei der Betrachtung unter dem Mikroskope besonders in den mittleren Theilen des Präparates alle Zellen des Blutes einzeln neben einander gelagert sieht und eine Verklebung und Geldrollenbildung, welche die genaue Beobachtung der Zellen naturgemäss sehr stört, höchstens in der Peripherie des Präparates auftritt.

An derartigen gut zubereiteten frischen Blutpräparaten lässt sich eine sehr grosse Zahl von Veränderungen des Blutes ohne weiteres

constatiren, besonders wenn man sich einer guten Oelimmersion unter richtiger Abblendung bedient.

So lassen sich an derartigen Präparaten alle morphologischen Abweichungen der rothen Blutkörperchen ebenso wie auch die kernhaltigen rothen Zellen erkennen; ferner etwaige Parasiten in den rothen Blutkörperchen, auch gewisse grössere Spaltpilze, wie Recurrensspirillen und Milzbrandbacillen; ausserdem lassen sich aber auch die wichtigsten Eigenschaften der Leukocyten in Bezug auf Plasmabildung und Kernstructur, schliesslich auch die Blutplättchen deutlich erkennen.

Fig. 78.



Jeder Druck oder seitliche Verschiebung des Deckgläschens ist durchaus zu vermeiden, da hierdurch allerhand Kunstproducte geschaffen werden, welche zu falschen Schlussfolgerungen führen können.

Für das Studium von Lebenserscheinungen an den Zellen selbst oder an etwaigen Parasiten, z. B. der Malaria, ist die Beobachtung des frischen Blutstropfens am erwärmten Objecttisch oder im erwärmten Kasten nothwendig.

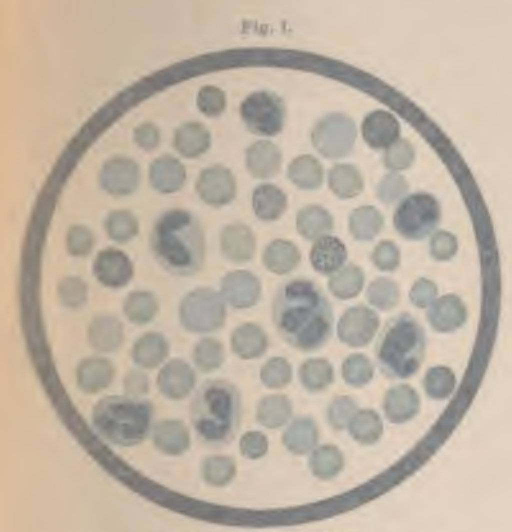
Für feinere histologische Untersuchungen müssen Trockenpräparate des Blutes angefertigt werden, welche derartig hergestellt werden, dass man ein Tröpfchen Blut sich in feinster Schicht zwischen zwei spiegelblanken Deckgläschen vertheilen lässt, darauf die beiden Gläschen an zwei gegenüber liegenden Ecken anfasst und ohne Druck, genau horizontal, möglichst schnell von einander abzieht. Bei dieser Präparation muss es das Bestreben sein, die Zellen in breiter Schicht und möglichst intact nebeneinander auszubreiten, was bei einiger Uebung ziemlich leicht gelingt.

Die Fixation des Trockenpräparates geschieht nach der älteren *Ehrlich*'schen Vorschrift auf einer erwärmten Kupferplatte oder in einem Wärmeschrank $^1/_2$—2 Stunden lang, welcher sich auf eine Temperatur von 110—120° C. einstellen lässt. Besondere Kästen zur Hitzefixirung sind nach *Ehrlich's* Angaben construirt (Fig. 78).

Schneller und für die meisten Farbmischungen völlig ausreichend geschieht die Fixation in absolutem Alkohol, in dem sie circa 5 Minuten bleiben müssen. Auch Aether sowie Alkohol und Aether zu gleichen Theilen können benutzt werden.

Andere Fixationsmittel, wie Pikrinsäure und Sublimatlösung, bedingen leicht störende Farbstoffniederschläge beim Färben, auch wenn sie gut abgewaschen sind.

Fig. I.



Färbung: Methylenblau.
Polychromatophile und körnig degenerirte rothe Blutkörperchen.

Fig. II.



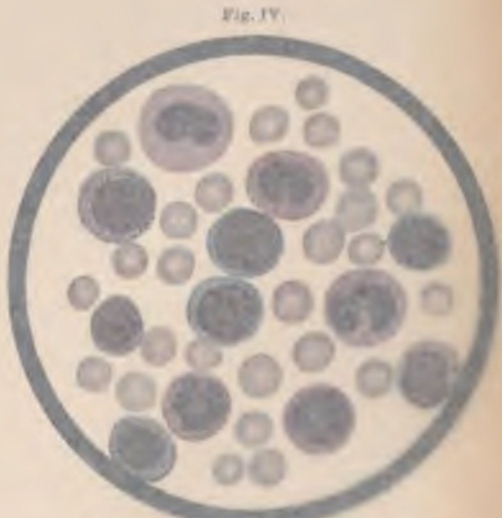
Färbung: Eosin-Hämatoxylin.
Grosse und kleine Lymphocyten, eosinophile, polynucleäre neutrophile, deren Granula ungefärbt bleiben. Erythrocyten intact.

Fig. III.



Färbung: Triacid.
Makrocyten, Mikrocyten, Poikilocyten, Erythroblasten. Dazwischen abnormale Leukocyten.

Fig. IV.



Färbung: *[illegible]*
Leukämie.

Urban & Schwarzenberg, Berlin u. Wien. Druck von Gottlieb Gistel & Cie. in Wien.

[illegible] sich einer guten Oelimmersion [illegible]

[illegible] Präparate alle morpholog[illegible] Blutkörperchen ebenso wie [illegible] ferner etwaige Para[illegible] gewisse grössere Spalt[illegible] ausserdem lassen sich [illegible] Leukocyten in Bezug [illegible]



[illegible]

[illegible] Trockenpräpa- [illegible] der älteren *Ehrlich*'schen Vorschrift auf [illegible] oder in einem Wärmeschrank $^{1}/_{2}$—2 [illegible] auf eine Temperatur von 110—120° C. [illegible] zur Hitzefixirung sind nach *Ehrlich's* [illegible]

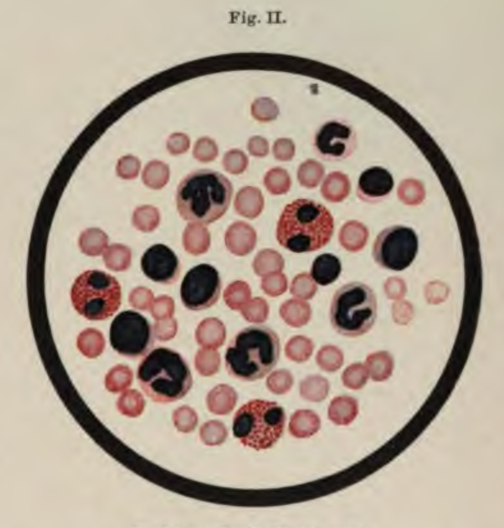
[illegible] und für die [illegible] Farbmischungen völlig [illegible] Fixation in absolutem Alkohol, in dem [illegible] Auch Aether sowie Alkohol und [illegible] benutzt werden.

[illegible] Fixationsmittel, wie Pikrinsäure und Sublimatlösung, [illegible] Farbstoffniederschläge beim Färben, auch [illegible] sind.

Fig. I.

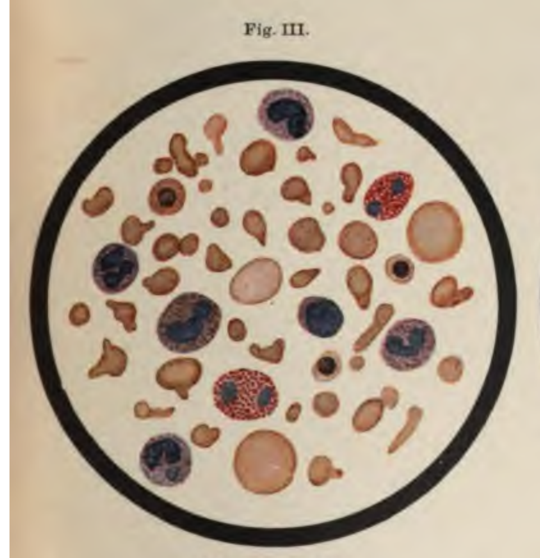
Färbung: Methylenblau.
Polychromatophile und körnig degenerirte rothe Blutkörperchen.

Fig. II.



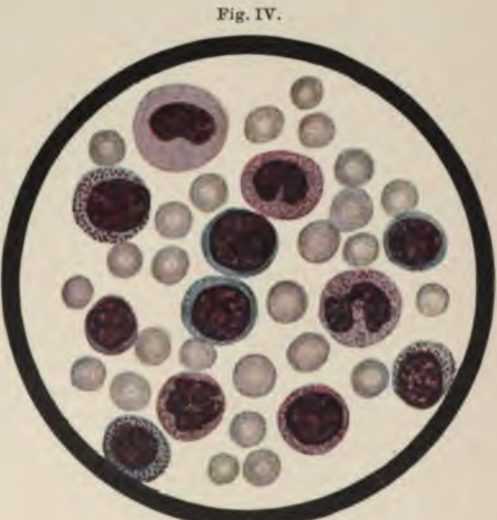
Färbung: Eosin-Hämatoxylin.
Grosse und kleine Lymphocyten, eosinophile, polynucleäre neutrophile, deren Granula ungefärbt bleiben. Erythrocyten intact.

Fig. III.



Färbung: Triacid.
Makrocyten, Mikrocyten, Poikilocyten, Erythroblasten. Dazwischen normale Leukocyten.

Fig. IV.



Färbung: *Romanowski-Ziemann.*
Leukämie.

Urban & Schwarzenberg, Berlin u. Wien.

Druck von Gottlieb Gistel & Cie. in Wien.

Die Färbung der Blutpräparate.

Nach der Fixation werden die Präparate, sofern die Fixation in Flüssigkeit geschehen ist, zunächst getrocknet und dann mit verschiedenen Farbstoffen behandelt, welche die einzelnen Bestandtheile der Zellen deutlich hervortreten lassen.

Gegenüber dem früheren Bestreben, complicirte Farbstoffgemische zu construiren, ist man in neuerer Zeit mehr dazu übergegangen, einfache Lösungen zu verwenden, da sich gezeigt hat, dass bei den combinirten Farblösungen, z. B. den *Ehrlich*'schen Triacidlösungen, die eine oder andere Componente des Färbematerials nicht mit genügender Intensität zur Wirkung gelangt, so dass manche wichtige Zellveränderungen bei ihrer Anwendung übersehen werden können.

Zur schnellen Orientirung über viele wichtige Veränderungen am Blute dienen einfache Färbungen mit Methylenblau, welches als basischer Farbstoff sowohl die Kerne der rothen wie der weissen Blutkörperchen, ferner auch die Kernreste in den Zellen, ferner degenerative Veränderungen in den rothen Blutkörperchen, ausserdem auch die Blutplättchen und schliesslich ganz besonders parasitäre Elemente, wie Malariaparasiten und manche Bakterien, deutlich hervortreten lässt, so dass diese einfachste Färbung eine hohe Bedeutung hat, zumal auch die Contouren der Zellen, gewisse Farbanomalien des Hämoglobins (Polychromatophilie) deutlich dabei hervortreten.

Die Färbung geschieht entweder mit wässeriger Methylenblaulösung in beliebiger Concentration, wobei zu beachten ist, dass dünnere Lösungen zwar langsamer, aber dafür distincter färben als die concentrirten.

Zur schnellen Färbung dienen Methylenblaulösungen mit einem Zusatze von Alkali und zwar am besten das *Löffler*'sche Methylenblau, welches in folgender Weise bereitet wird: von einer gesättigten alkalischen Methylenblaulösung werden 30 Grm. zu 100 Ccm. einer 0,1%igen Kalilauge zugesetzt.

Ebenso wird durch Zusatz von 2—5 Grm. reinem Borax auf 100 Ccm. wässeriger Methylenblaulösung eine sehr gute Farblösung hergestellt.

Mit diesen letztgenannten alkalischen Methylenblaulösungen färbt man eine halbe bis eine Minute und spült dann reichlich mit Wasser ab, so dass das anfangs bläulich schimmernde Präparat makroskopisch einen grünlichen Farbenton bekommt und unter dem Mikroskop zeigen dann alle basophilen Elemente des Blutes eine gut contrastirende hellblaue Färbung gegenüber den grünlich erscheinenden rothen Blutkörperchen.

Ausser dem Methylenblau kommen als basische Farbstoffe für Zwecke der Bluntuntersuchung vorzugsweise Methylgrün, Methylviolett, Amethystviolett, Fuchsin und Bismarckbraun zur Anwendung. Die sauren Farbstoffe färben im Blute die rothen Blutkörperchen und die Granulation der eosinophilen Zellen.

Von diesen Farbstoffen kommen vorzugsweise in Betracht:

Eosin,
Säure-Fuchsin,
Orange,
Indulin,
Nigrosin.

Bei all diesen Farbstoffen ist die erste Bedingung für ein gutes Färbresultat eine tadellose chemische Reinheit der Farbstoffe, wie sie z. B. von den bekannten chemischen Fabriken von *Grübler* in Leipzig und den Höchster Farbwerken garantirt wird. (Bei dem Bezuge mancher billiger käuflicher Präparate erzielt man häufig volle Misserfolge zumal bei combinirter Anwendung dieser Farbstoffe.)

Diese Farbstoffe können in wässeriger Lösung von verschiedener Concentration oder in alkoholischer Lösung zur Anwendung kommen.

Combinirte Färbungen werden zu dem Zwecke angewendet, die einzelnen histologischen Details an den Zellen, eventuell auch an Parasiten mit grösserer Schärfe hervortreten zu lassen.

Am einfachsten ist die Combination von Eosin und Methylenblau, und zwar derart, dass das fixirte Präparat in einer Eosinlösung von 0,75 zu 100 Ccm. 75%igen Alkohol etwa 2—3 Minuten gefärbt, dann abgespült wird und darauf ganz kurze Frist, etwa eine Viertelminute, mit *Löffler*'scher Methylenblaulösung nachgefärbt wird, so dass das zuerst intensiv rothe Präparat makroskopisch einen violetten Schein annimmt.

Bei dieser Färbung erhält man ausserordentlich klare Bilder, in welchen die rothen Blutkörperchen und die eosinophilen Granulationen roth, alle Kerne der Zellen blau gefärbt sind, und nicht selten auch gelingt es hierbei, die neutrophilen Granula mit einem violetten Ton zu färben.

In schönster Weise werden diese beiden Farbstoffe nach derjenigen Methode angewendet, welche von *Romanowski-Ziemann* angegeben ist und deren genaue Ausführung nach den näheren Angaben von *Ziemann* folgendermassen erfolgt:

eine Lösung von 1%igem Methylenblau mit 2,5 Grm. Borax und
" " " 0,1% " Eosin

werden im Verhältnis von 1:4 gemischt. Die lufttrockenen Deckgläschen werden in einen hohlen Glasbock mit concavem Boden mit der Präparatenseite nach unten gelegt und hierauf die Farbmischung so gegossen, dass das Präparat vollständig unter dem Flüssigkeitsspiegel verschwindet. Dies ist aus dem Grunde wichtig, weil sich auf der Oberfläche der Farbmischung ein irisirendes Häutchen bildet, welches aus Farbstoffpartikelchen besteht, so dass eine Berührung desselben mit dem Präparate das letztere sofort verderben würde.

Nach 5 Minuten langer Färbung wird dieses irisirende Häutchen unter Wasserauffluss vorsichtig abgespült, das Präparat selbst reichlich unter Wasser gespült und für ganz kurze Zeit in eine sehr dünne Essigsäurelösung getaucht, wieder abgespült, getrocknet und in Canada eingelegt.

Mit dieser Färbung, welche ich neuerdings allen anderen vorziehe, erhält man prachtvolle Bilder, welche das Methylenblau an den basophilen Elementen der Zellen leuchtend hervortreten lassen. Ausserdem bildet sich hier ein eigenartig färbender Körper, welcher das Chromatin der Zellkerne und auch ähnliche Substanzen in Parasiten mit einem leuchtenden Carminton färbt, so dass diese Methode den feinsten Aufschluss über alle histologischen Details giebt.

Mischungen von Eosin und Hämatoxylin geben besonders ausgezeichnete Kernfärbungen, während die neutrophilen Zellgranu-

lationen nicht specifisch gefärbt werden; besonders empfehlenswerth ist die *Ehrlich*'sche Lösung:

Eosin (kryst.).	0,5
Hämatoxylin	2,0
Alkohol absol.,	
Aqu. destill.,	
Glycerin aa.	100,0
Acid. acet. glacial.	10,0
Alaun im Ueberschuss.	

Färbung während $^1/_2$—2 Stunden.

Zur Darstellung von Präparaten, in welchen die verschiedenen Zellbestandtheile in vortrefflicher Weise distinct gefärbt erscheinen, eignen sich besonders die *Ehrlich*'schen Triacidmischungen, zu deren Darstellung *Ehrlich* folgende Mischung angiebt:

13—14	Ccm.	Orange G-Lösung,
6—7	„	Säure-Fuchsinlösung,
15	„	Aqu. destill.,
15	„	Alkohol,
12,5	„	Methylgrün,
10	„	Alkohol,
10	„	Glycerin.

Die drei Farbstoffe werden in gesättigter wässeriger Lösung angewandt und durch längeres Stehenlassen geklärt. In der vorgeschriebenen Reihenfolge werden die Stoffe in einem und demselben Messglase abgemessen und gründlich durchgeschüttelt.

Die Mischung hält sich gut und färbt schon in 5—15 Minuten.

Die Morphologie der Blutzellen.

Die rothen Zellen des menschlichen Blutes stellen im gesunden Blute kreisrunde Scheiben mit einer centralen Einziehung dar, welche der Zelle auf dem Querschnitte die bekannte Bisquitform verleiht. Die mittlere Grösse dieser Zellen ist 7—7,5 μ im Durchmesser. Kleine Abweichungen unter den Zellen sind oft zu constatiren. Stärkere Ungleichheiten sind als pathologische Erscheinungen anzusehen. Die Zellen sind kernlos, bestehen aus einem Stroma, welches das Hämoglobin enthält. Ausserdem muss man annehmen, dass die Zellen stets ein gewisses Quantum des umgebenden Plasma enthalten.

Die rothen Blutkörperchen können verschiedenartige morphologische Veränderungen zeigen. Bekannt ist die eigenthümliche zackige Beschaffenheit an den Rändern und auch auf der Fläche der Zellen, welche man als Stechapfelform bezeichnet oder, wenn die Unebenheiten mehr kleine, kugelige Buckel bilden, als Maulbeerform benennt.

Diese morphologischen Veränderungen treten in jedem Blute infolge äusserer Einwirkungen besonders bei ungeschickter Präparation des Blutstropfens infolge von Druck und Quetschung, ferner auch infolge von Verdunstung auf, und sind infolgedessen zumeist als mechanische Reizungsformen aufzufassen, ohne dass sie eine besondere pathologische Bedeutung hätten. Aller Wahrscheinlichkeit nach handelt es sich um

chemische oder physikalische Reizwirkungen, welche zu Contractilitätserscheinungen führen, da die Zellen nicht nur mit Spitzen und Buckeln versehen, sondern auch stets in ihrem Durchmesser erheblich verkleinert sind.

Unter Umständen kann man derartige Stechapfelformen aber auch bei tadelloser Präparation sofort nach der Eindeckung des Blutstropfens beobachten, wie zuerst von *C. Gerhardt* nachgewiesen worden ist, und zwar scheinen derartige Reizwirkungen nach eigener Erfahrung besonders bei Leberkrankheiten, bei Pneumonie nach eingetretener Krisis und bei Nephritis einzutreten, wahrscheinlich bedingt durch Reizwirkung chemischer Stoffe, welche im Blute circuliren.

Abnorm grosse rothe Blutkörperchen (Megalocyten) kommen unter mannigfachen Bedingungen in der Circulation zur Beobachtung. Sie zeigen Durchschnittsmasse von 8—12 μ, sind meist auffällig blass, mit wenig oder gar nicht ausgesprochener Delle und erscheinen auch bei Färbungen im getrockneten und fixirten Präparate, z. B. mit Eosin, erheblich blasser als die normalen rothen Blutkörperchen und sind somit sicher verhältnismässig hämoglobinarm.

Diese Zellen kommen im normalen Knochenmarke als Jugendformen vor und sind infolgedessen, sobald sie in der Circulation angetroffen werden, als Typen der Regeneration des Blutes anzusehen, welche im Zustand nicht vollendeter Reife aus dem Knochenmarke ausgeschwemmt sind. Diese Zellen finden sich demgemäss besonders häufig bei solchen anämischen Zuständen, bei welchen lebhafte Neubildung rother Blutkörperchen mit vermehrter Einfuhr in das Blut stattfindet.

Abnorm kleine rothe Blutkörperchen (Mikrocyten) zeigen im Gegensatz zu den letztgenannten kleinere Durchmesser als die normalen Formen, besitzen im übrigen eine ganz normale Configuration, kreisrunde Gestalt, mit deutlich ausgeprägter Delle. Diese kleinen Zellen haben im Durchschnitt die Hälfte des Durchmessers eines normalen Erythrocyten.

Diese kleinen Zellen sind keineswegs, wie man eine zeitlang glaubte, als Jugendformen der rothen Zellen anzusehen, sondern verdanken ihre Kleinheit aller Wahrscheinlichkeit nach einem Austritt von Plasma und einer allgemeinen Schrumpfung, bei welcher die Form vollständig erhalten ist. Sie finden sich unter den verschiedensten Umständen und haben keine bestimmte und auch keine einheitliche pathologische Bedeutung.

Kernhaltige rothe Blutkörperchen normaler Grösse (Normoblasten) finden sich als Vorstufen der kernlosen Formen allenthalben in der Matrix des Blutgewebes, nämlich in dem rothen Knochenmarke, und gelangen in normalen Verhältnissen nicht in das circulirende Blut. Wenn sie in der Circulation gefunden werden, so deutet dies stets auf eine besondere Reizung des Blut bildenden Apparates, d. h. des Knochenmarkes hin, und sie finden sich deshalb nur bei schweren Schädigungen des Blutes, wenn die Neubildung im Knochenmarke eine überstürzte ist, so dass infolgedessen auch diese unreifen Formen zur Ausfuhr in das Blut gelangen.

Die kernhaltigen rothen Zellen sind infolgedessen unter gewöhnlichen Verhältnissen stets als Ausdruck lebhafter, verstärkter Regeneration im Knochenmarke, mithin als ein günstiges Reactionszeichen anzusehen, mit dem Zusatz freilich, dass immer schon schwere

Alterationen der Blutmischung vorliegen müssen, damit diese Zellen in die Circulation auswandern können.

Anders ist die Rolle der kernhaltigen rothen Blutkörperchen bei solchen Kranken aufzufassen, wo es sich um active Poliferation des Knochenmarkes selbst handelt, wie bei Leukämie und bei Geschwulstbildung im Marke. Auch bei diesen Erkrankungen kommen die kernhaltigen Zellen oft in grosser Menge in die Circulation und sind unter diesen Umständen nicht als Regenerationstypen, sondern lediglich als Folge schwerer Reizung des Knochenmarkes durch selbständige krankhafte Processe desselben anzusehen.

Die meisten der Erythroblasten zeigen mittelgrosse Formen. Ferner findet sich bei den meisten derselben die gleich zu besprechende Polychromatophilie.

Der Kern der Erythroblasten ist zumeist bei diesen Zellen in der Circulation klein, kugelrund, excentrisch gelagert, mit ausserordentlich dicht gelagerter Chromatinsubstanz und daher sehr intensiv färbbar, ein Zustand, den man als Pyknose bezeichnet.

Nicht selten findet man aber auch den Kern aufgefasert in Auflösung (Caryolyse) begriffen. Manchmal sind kleine Partikelchen des Kernes abgesprengt, regellos im Blutkörperchen zerstreut.

Abnorm grosse kernhaltige rothe Blutkörperchen (Megaloblasten) kommen normal im gesunden Knochenmarke vor, gelangen aber nur in Zuständen schwerster Anämie in die Circulation und sind als unreifste Form der Zellbildung anzusehen. Sie sind von der Grösse der oben beschriebenen Megalocyten, enthalten öfters zwei Kerne, färben sich zumeist polychromatophil.

Eine besondere pathognomonische Bedeutung, besonders für die sogenannte perniciöse Anämie, kommt diesen Zellen nicht zu. Sie finden sich nur bei Zuständen schwerster Anämie mit starker Reizung des Knochenmarkes und zwar bei Anämien, die ganz verschiedenen Ursprung haben können.

Deformirte rothe Blutkörperchen, Poikilocyten, zeigen anstatt der kreisrunden Scheibenform Birnformen, Spindelformen, Hantelformen und andere bizarre Contouren. Sie können als kleine, unregelmässig gestaltete Gebilde vorkommen, sogenannte Krüppelformen, an denen nicht selten am frischen Präparate Contractilitätserscheinungen wahrzunehmen sind. Diese abnormen Formen verdanken ihre Entstehung zum Theil einer pathologischen Structur der Zelle mit abnormem, widerstandschwachem Gefüge, zum Theil Theilungsvorgängen der rothen Zellen und die ganz kleinen Formen sind direct als Zerfallsproducte aufzufassen.

Diese schon am frischen Präparate sehr leicht zu erkennenden Formen deuten stets mit grösster Sicherheit auf degenerative Veränderungen im Blute und schwere anämische Zustände hin.

Abweichungen vom färberischen Verhalten zeigen rothe Blutkörperchen unter vielen Bedingungen in der Weise, dass sie die normale Affinität zu sauren Farbstoffen in mehr oder minder starkem Grade eingebüsst haben, dagegen eine schwache basische Färbung annehmen, so dass die Zellen z. B. bei gleichzeitiger Färbung von Eosin und Methylenblau anstatt des normalen lebhaften Farbentones einen bläulichen Schein annehmen.

Dieses Verhalten der rothen Blutkörperchen nennt man Polychromatophilie. Sie findet sich, wie bereits erwähnt, vorzugsweise bei jugendlichen Zellen, z. B. Makrocyten und Erythroblasten, und ist deshalb grösstentheils als ein Ausdruck der Jugendlichkeit der Zellen anzusehen. Andererseits ist aber auch festzuhalten, dass sich dasselbe Phänomen bei degenerirten Zellen findet, unter Umständen also gerade das Gegentheil bedeuten kann.

Eine andere färberische Anomalie findet man bei Behandlung der rothen Blutkörperchen mit Methylenblau oder auch mit Hämatoxylin derartig, dass in den rothen Zellen eine grosse Zahl feinster blauer Pünktchen auftritt, mit welchen die Zelle manchmal wie besät erscheint.

Diese Veränderung ist als ein degeneratives Zeichen anzusehen und wird als „körnige Degeneration“ der Erythrocyten bezeichnet. Sie findet sich unter sehr verschiedenen Bedingungen als Ausdruck von Giftwirkung, welche theils anorganischer Natur sein kann, wie z. B. bei Bleivergiftungen, oder auch organischer Natur, wie bei septischer Intoxication, bei Carcinomen, bei Krebskachexie und anderen deletären Erkrankungen.

Das Phänomen der körnigen Degeneration besitzt somit ebensowenig wie die anderen Erscheinungen im Blute eine specifische oder einheitliche Bedeutung, ist aber als feines Reagens auf die Wirksamkeit von Blutgiften ein sehr schätzenswerthes Symptom und für die Beurtheilung vieler anämischer Zustände von grösster Bedeutung.

Die Leukocyten.

Die normalen Formen der circulirenden Leukocyten werden nach dem Vorgange von *Ehrlich* heute allgemein in folgender Weise von einander unterschieden.

1. Die Lymphocyten stellen Zellen von der Grösse eines rothen Blutkörperchens dar, zum Theil auch etwas grösser, mit einem schmalen homogenen Protoplasma, welches sich basophil färbt und einem verhältnismässig grossen Kern, welcher kugelrund ist und sehr lebhafte Kernfärbung annimmt.

Diese Zellen machen etwa 25% aller normalen circulirenden Leukocyten aus.

2. Als neutrophile polynucleäre Zellen bezeichnet man grosse Leukocytenformen, welche fast die doppelte Grösse der Lymphocyten zeigen und einen vielgestaltigen Kern besitzen, welcher manchmal eine U-Form, eine Kleeblatt- oder sonstige unregelmässige Form zeigt und sehr intensiv sich färbt. Diese wichtigen Zellen bilden den Hauptbestandtheil der normalen Leukocyten. Sie betragen etwa 70% aller Leukocyten, zeigen am deutlichsten von allen Formen die bekannte amöboide Beweglichkeit und sie finden sich ferner bei allen entzündlichen Processen als Eiterzellen, ferner auch in katarrhalischen Secreten der verschiedensten Schleimhäute in besonders reichlichem Masse.

3. Eosinophile polynucleäre Zellen sind der Grösse nach den eben genannten nahestehend, zeigen ein Protoplasma mit ausserordentlich grober, im frischen Präparat intensiv lichtbrechender Granulation, welche sich mit sauren Farbstoffen färbt. Der Kern ist ebenfalls vielgestaltig. Häufig finden sich zwei an den Polen gegenüber

gelagerte Kerne. Diese durch ihre eigenthümliche Granulation besonders auffälligen Zellen finden sich zu 2–5% im Blute.

4. Als Uebergangsformen werden mittelgrosse Zellen mit homogenem, schwach basophilem Protoplasma bezeichnet, welche einen gelappten Kern enthalten, der häufig die sogenannte Zwerchsackform zeigt.

Die Bedeutung dieser Zellformen wird in verschiedener Weise aufgefasst. Die Zellen kommen normaliter nur sehr spärlich zu 1—3% im Blute vor und erscheinen wesentlich vermehrt nur unter pathologischen Verhältnissen.

Pathologische Leukocytenformen.

Während unter normalen Verhältnissen und auch bei den einfachen Formen der Leukocytose wesentlich die erwähnten normalen Formen der Leukocyten vermehrt sind und nur ganz vereinzelt abnorme Formen im Blute auftreten, kommen unter pathologischen Bedingungen, besonders bei Leukämie und anderen Erkrankungen des Knochenmarkes, pathologische Leukocytenformen im Blute vor, welche aber nur für das circulirende Blut pathologisch sind, ihre Vorbilder aber im Gewebe des normalen Knochenmarkes haben, wo man alle diese Formen jederzeit mit Leichtigkeit nachweisen kann.

Diese pathologischen Blutleukocyten sind für das Knochenmark also physiologisch. Ihr Auftreten im Blute zeigt, dass eine vermehrte Ausschwemmung von Leukocyten in unfertigem Zustande aus dem Knochenmarke stattgefunden hat. Sie stehen also in einer gewissen Parallele zu den kernhaltigen rothen Blutkörperchen.

Solche pathologische Leukocytenformen sind:

1. Sehr grosse, äusserst zarte Zellen mit homogenem Protoplasma, das zumeist einen schwach basophilen Farbenton annimmt und mit grossem, schwach färbbarem Kerne, welch letzterer öfters auch isolirt im Blute circulirend angetroffen wird.

2. Kommen mittelgrosse, einkernige Zellen mit intensiv basophilem Protoplasma vor, welches theils homogen, theils granulirt sein kann und mit grossen intensiv sich färbenden Kernen.

3. Zellen der gleichen Grösse mit intensiv basophilem Protoplasma und beginnender, feiner neutrophiler Granulation (Uebergangsform der Markzellen).

4. Einkernige Zellen von der Grösse der normalen polynucleären neutrophilen mit sehr dicht stehender, feiner, neutrophiler Granulation (sogenannte Myelocyten), die mit Sicherheit als unmittelbare Vorstufe der polynucleären neutrophilen anzusehen sind.

5. Einkernige Zellen derselben Grösse mit oxyphiler grober Granulation, welche mit Sicherheit als unmittelbare Vorstufe der polynucleären eosinophilen Blutleukocyten anzusehen sind.

Alle diese Zellen müssen genau analysirt werden und aus ihrem Auftreten, ihrem Zahlenverhältnis zu den normalen Formen muss der Schluss auf eine Erkrankung des Knochenmarkes sinngemäss gezogen werden.

Die Blutplättchen.

Die Blutplättchen stellen kleine, contractile, farblose Elemente im Blute dar in der Grösse von 2—3 μ im Durchmesser. Sie zeigen

häufig im Centrum eine verdichtete, kernähnliche Stelle und erscheinen in der Peripherie wie aufgefasert. Sie ordnen sich sehr häufig in Conglomeraten an und erscheinen daher oft als Cylinder in Häufchen zusammengeballt. Diese Blutplättchen können zu mehreren Hunderttausend im Blute vorhanden sein. Sie stammen theils aus den rothen Blutkörperchen, aus welchen sie direct auswandern oder vielleicht sich auch abschnüren können. Zum Theil sind sie als Producte zerfallener Kernsubstanzen aufzufassen; vielleicht können es auch Niederschläge von Globulinsubstanzen sein.

Auf ihre Herkunft von Kernsubstanz deutet besonders ihr färberisches Verhalten, da sie eine ausgesprochene Kernfärbung zeigen, und man nimmt daher neuerdings an, dass sie in den rothen Blutkörperchen aus den Resten untergegangener Kernsubstanz gebildet werden, welche

Fig. 79.



bei der Umwandlung der Erythroblasten in Erythrocyten in den Zellen liegen bleibt.

Die pathologische Bedeutung dieser Plättchen ist eine geringe. Sie kommen bei verschiedenen Zuständen vermehrt vor, doch lassen sich keine bestimmten diagnostischen Schlüsse aus ihrem vermehrten Auftreten ziehen.

In der Physiologie spielen sie anscheinend eine besondere Rolle beim Zustandekommen der Fibringerinnung.

Die Blutkörperchenzählungen.

Zur Zählung der Zellen des Blutes kommen heute vorzugsweise die nach den Principien von *Thoma-Zeiss* construirten Apparate in Frage (Fig. 79).

Zunächst muss das Blut mit einer für die Zellen indifferenten Flüssigkeit verdünnt werden. Hierzu dient die sogenannte physiologische Kochsalzlösung, d. h. 0,9 NaCl : 100 Aqu. dest. oder die *Pacini*'sche Flüssigkeit:

Hydrarg. bichlor.	2,0
Natr. chlorat.	4,0
Glycerin	26,0
Aqu. destill.	226,0

oder die *Hayem*'sche Flüssigkeit:

Hydrarg. bichlor.	0,5
Natr. sulfuric.	5,0
Natr. chlorat.	1,0
Aqu. destill.	200,0

Die *Toisson*'sche Flüssigkeit:

Aqu. dest.	160 Ccm.
Neutral. Glycerin . .	30 "
Natriumsulphat. . .	8 Grm.
Natr. chlorat. . . .	1 "
Methylviolett . . .	0,025 Grm.

Diese dient gleichzeitig zur Vertheilung der rothen und zur leichteren Erkennung der weissen Blutkörperchen, die violett gefärbt erscheinen, doch kann man dasselbe in einfacherer Weise erreichen, wenn man zur physiologischen Kochsalzlösung etwas wässerige Methylviolettlösung hinzusetzt und vor dem Gebrauch filtrirt.

a) Zur Zählung der rothen Zellen lässt man nach Einstich in die Haut einen grossen Tropfen Blut heraustreten und saugt in die Mischpipette bis zur Marke 0,5 oder 1 Blut auf, entfernt mit dem Finger (nicht mit Fliesspapier) etwaiges Blut von dem Ende der Mischpipette und saugt darauf von der Mischungsflüssigkeit bis zur Marke 101. Wichtig ist, dass die Blutsäule in dem capillaren Ende der Mischpipette continuirlich angesaugt wird und keine Luftbläschen enthält, letztere dürfen auch beim Ansaugen mit der Mischungsflüssigkeit nicht auftreten. Durch leichtes Schütteln während dieses letztgenannten Actes muss das Blut durch Bewegung des Glaskügelchens in der Ampulle gut vertheilt werden.

Nach richtiger Füllung und Mischung des Blutes in diesem Apparate wird zunächst eine kleine Menge Flüssigkeit ausgeblasen und sodann ein Tropfen von mittlerer Grösse auf die innere Zählplatte gebracht, welche in einem genau berechneten Abstande unter dem Niveau des breiten äusseren Rahmens liegt. Ueber den letzteren wird nunmehr das dicke Deckgläschen gelegt, welches bei richtiger Ausführung so fest auf dem Glasrahmen liegen muss, dass die *Newton*'schen Farbringe erscheinen.

Die Zählkammer wird darauf mit ihrer Mitte unter dem Mikroskop eingestellt (*Zeiss,* Objectiv DD, *Leitz,* Nr. 6), so dass das Fadenkreuz und die auf demselben liegenden Blutzellen deutlich zu erkennen sind. Jedes der grossen Quadrate bildet den 4000. Theil eines Cubikmillimeters, man zählt am besten Gruppen von 16 Quadraten hintereinander durch, notirt die gefundene Zahl und nimmt den Durchschnitt von mehreren solchen Zählungen.

Hat man das Blut bis zur Marke 1 aufgesogen, also auf 1:100 verdünnt, so ist die Berechnung:

$$\frac{x \,.\, 100 \,.\, 4000}{16},$$

hat man bis 0,5 aufgesogen, so muss mit 200 multiplicirt werden.

Eine gewisse Uebung und grosse Exactheit in der Ausführung aller Einzelheiten sind unbedingtes Erfordernis zur Erlangung richtiger Zahlenwerthe.

Die normale Zahl der rothen Blutkörperchen im Cubikmillimeter beträgt:

5 Millionen beim Mann,
4,5 „ „ Weibe.

b) Zur Zählung der Leukocyten kann dieselbe Mischpipette und Zählkammer wie für die rothen Blutkörperchen benutzt werden. Als Mischungsflüssigkeit dient die *Toisson*'sche Mischung oder 0,9%ige NaCl-Lösung mit Methylviolett (s. o.). Man kann hiermit hintereinander mit derselben Kammerfüllung die rothen und weissen Zellen zählen. Wegen der Spärlichkeit der letzteren empfiehlt es sich, grössere Reihen von Quadraten zu durchzählen oder bei bestimmter Oculareinstellung und bestimmtem Objectiv den Inhalt des Gesichtsfeldes an Quadraten zu berechnen und die Leukocyten gesichtsfeldweise zu zählen, worauf bei der Berechnung des Resultates der Inhalt des Gesichtsfeldkreises als Divisor zu nehmen ist.

Zweckmässiger ist es, besondere Mischpipetten für die Leukocytenzählung zu gebrauchen, bei welchen das Blut weniger stark verdünnt wird und daher in der Raumeinheit grössere Mengen von Leukocyten gezählt werden können. Man benutzt hierzu Pipetten, welche auf eine Verdünnung von 1 : 10 oder 1 : 20 abgemessen sind, und benutzt als Mischungsflüssigkeit eine 0,3%ige Essigsäurelösung, in welcher die rothen Blutkörperchen aufgelöst werden, so dass die weissen leicht erkennbar und zählbar werden.

Die normale Zahl der Leukocyten im Cubikmillimeter beträgt 5000—10.000.

Von *Zappert* und *Elzholz* sind Zählkammern mit neunmal grösserer Gradeintheilung als beim *Zeiss*'schen Apparate angegeben, um eine exacte Durchzählung grösserer Mengen von Leukocyten zu ermöglichen.

Die Zählung der einzelnen Leukocytenarten und die Berechnung ihrer Verhältniszahlen geschieht am ausgestrichenen und gefärbten Präparate unter Benutzung eines verschiebbaren Objecttisches, der durch Gradeintheilung eine genaue Berechnung des untersuchten Quadrates ermöglicht. Derartige Apparate werden von den Firmen *Zeiss* und *Leitz* geliefert.

Zur isolirten Zählung der eosinophilen Zellen empfiehlt *Zappert*, zu einer Menge von 5 Ccm. frischer 1%iger Osmiumsäurelösung 4—5 Tropfen einer Mischung von:

Aqu. dest.,
Glycerin aa.: 10,0
1%ige wässerige Eosinlösung 5,0

hinzuzusetzen, durchzuschütteln und als Mischungsflüssigkeit für den Zählapparat zu benutzen. Die schnelle Härtung und Färbung der Leukocyten lässt dann die eosinophilen Zellen mit rother Granulation deutlich in der Zählkammer hervortreten.

DRITTER THEIL.

Bakteriologische Diagnostik.

Die Methoden der bakteriologischen Diagnostik.

Von Privatdocent Dr. E. **Friedberger**, Königsberg i. Pr.

Die bakteriologische Diagnostik schliesst in sich: 1. den Nachweis von Mikroorganismen überhaupt mit Hilfe des Mikroskops und 2. die Identificirung der Art.

Zu dem letzteren Zweck sind die Isolirung sowie Reinzüchtung und mittels der gezüchteten Reinculturen noch die Anstellung gewisser biologischer Proben, endlich auch das Thierexperiment und die specifischen Immunitätsreactionen erforderlich.

Dementsprechend ergiebt sich die im folgenden eingehaltene Eintheilung für die Darstellung der bakteriologischen Methoden von selbst.

I. Capitel. Die Methoden der mikroskopischen Bakteriendiagnose.

Der directe Nachweis der Bakterien geschieht mit Hilfe des Mikroskops, das mit einem Immersionssystem und einem *Abbé*'schen Beleuchtungsapparat versehen sein muss.

Das Princip der Immersion beruht darauf, dass zwischen Deckglas und Frontlinse eine Flüssigkeit vom Brechungsexponenten des Glases gebracht wird, wodurch keine Ablenkung der Strahlen bei dem Uebertritt aus dem Glase in die Luft erfolgt.

Der *Abbé*'sche Beleuchtungsapparat ist ein Linsensystem, das zwischen Object und Spiegel eingeschaltet, ein besonders intensives Bild der Lichtquelle im Object entwirft.

Mit Hilfe des Mikroskopes kann man die Bakterien sowohl gefärbt wie ungefärbt untersuchen.

A. Die Untersuchung der Bakterien im ungefärbten Präparate.

Sie erfolgt i. R. im hängenden Tropfen mittels des hohlgeschliffenen Objectträgers.

Die Anfertigung des hängenden Tropfens gestaltet sich folgendermassen: Ein Deckglas wird mit der bakterienhaltigen Flüssigkeit oder

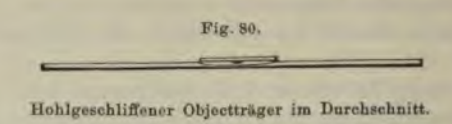
einer künstlichen Emulsion, falls es sich um die Untersuchung festen Materials handelt, beschickt und umgekehrt auf den mit Vaseline bestrichenen Einschliffrand eines hohlgeschliffenen Objectträgers (Fig. 80) gelegt. Die mikroskopische Betrachtung erfolgt bei enger Blende, da es sich um Erzeugung eines Structurbildes handelt, das durch das verschiedene Lichtbrechungsvermögen der einzelnen Theile der Bakteriensubstanz gegenüber der Einschlussmasse zustande kommt.

Man stellt zunächst bei schwacher Vergrösserung den Rand des hängenden Tropfens ein und vertauscht alsdann die schwache Linse mit der Immersionslinse. Zunächst wird der Rand und dann die übrigen Partien des hängenden Tropfens der Beobachtung unterzogen.

Man hat bei der Herstellung des hängenden Tropfens noch Folgendes zu berücksichtigen:

Als Suspensionsflüssigkeit eignet sich am besten Kochsalzlösung oder Bouillon, während das sehr stark keimhaltige destillirte Wasser zu vermeiden ist. Der Tropfen selbst muss flach angelegt sein, damit man mit dem Immersionssystem die ganze Tiefe des Tropfens durchdringen kann. Der Vaselineabschluss soll ein dichter sein, da sonst der hängende Tropfen bald verdunstet. Sehr bewegliche Bakterien können zur Erleichterung morphologischer Studien durch Zusatz geringer Mengen eines Narcoticums zur Suspensionsflüssigkeit gelähmt werden.

Fig. 80.



Hohlgeschliffener Objectträger im Durchschnitt.

Zur Entscheidung der Frage, ob eine Bakterienart beweglich ist, muss die Suspensionsflüssigkeit geeignet hohe Temperatur besitzen, da sonst Kältestarre auch bei beweglichen Bakterien zur Täuschung Veranlassung geben kann. Auch empfiehlt sich bei längerer Beobachtung die Anwendung eines heizbaren Objecttisches oder eines Mikroskopbrutschrankes, die die Beachtung bei einer constanten Temperatur ermöglichen.

B. Die Untersuchung der Bakterien in gefärbtem Zustande.

Bakterien lassen sich ebensogut wie andere Zellen färben. Das Verfahren hat den Vortheil, dass man Dauerpräparate herstellen kann, dass ein genaueres morphologisches Studium der Bakterien möglich ist und endlich gewisse specifische Färbungen die Diagnose derart erleichtern. Für die färberische Darstellung der Bakterien kommen die basischen Anilinfarben, die zuerst *Weigert* zu diesem Zweck benutzt hat, zur Verwendung.

Am gebräuchlichsten sind:

Fuchsin,	Methylgrün,
Methylenblau,	Gentianviolett,
Safranin,	Methylviolett,
Bismarckbraun (Vesuvin),	Krystallviolett.

Von diesen pulverförmigen Farbstoffen werden dauerhafte Stammlösungen mittelst absoluten Alkohols hergestellt, da sich in Wasser die Farbstoffe bald zersetzen. Aus diesen „Stammlösungen" werden die für die Praxis zu verwendenden Farblösungen durch Vermischung von einem Theil alkoholischer Lösung mit etwa 10 Theilen destillirten Wassers bereitet.

Für die Tinction der Bakterien gelten dieselben Principien wie für die Färbung histiologischer Zellelemente. Ebenso wie diese haben verschiedene Arten der Bakterien ein verschiedenes Electionsvermögen für Farben und färben sich mehr oder weniger leicht und echt. Das Gleiche gilt von den Elementen, die das complicirt gebaute einzelne Bacterium zusammensetzen.

a) Vorbereitung der Bakterien für die Färbung.

Vor der Färbung bedürfen die Bakterien gewisser Vorbereitungen, die verschieden sind, je nachdem es sich um die Tinction von Bakterien aus Flüssigkeiten oder künstlichen Emulsionen oder um die Darstellung von Bakterien innerhalb des Gewebes handelt. Die Vorbereitung von Gewebsstücken ist die nämliche wie in der histologischen Technik und kann an dieser Stelle nicht weiter beschrieben werden.

Im folgenden ist nur die Vorbereitung von natürlichen oder künstlichen Bakteriensuspensionen in Flüssigkeit zu besprechen.

Das Bakterienmaterial wird mit Hilfe einer ausgeglühten Platinöse auf Deckgläser oder Objectträger ausgestrichen, die alsdann an der Luft oder vorsichtig über der Flamme eines Bunsenbrenners getrocknet werden. Da, wo es sich um Ausstrich zellreichen Materials handelt und eine möglichste Schonung der Zellelemente erforderlich ist, wird ein Deckglas an der Kante mit der betreffenden Flüssigkeit benetzt und mit dieser in einem Winkel von 45° über ein zweites, wagrecht gehaltenes Deckglas hingestrichen. Hierbei breitet sich das an der Kante des ersten Gläschens haftende Material in dünner Schicht auf dem zweiten Deckglas aus, ohne dass die Zellen irgendwie morphologisch alterirt werden. Die lufttrockenen Präparate werden in der Regel vor der Färbung noch fixirt, einmal um die Affinität der Bakterien für die Farben zu erhöhen, vor allem aber, um ein festes Haften der zu färbenden Elemente auf dem Deckglas zu erzielen. Dies ist nöthig, da beim gewöhnlichen Färbeprocess die Präparate späterhin einer Wasserspülung unterzogen werden. Die Fixirung erfolgt entweder physikalisch durch Wärme oder durch Chemikalien.

Bei ersterem Verfahren zieht man das Präparat mit der Schichtseite nach oben dreimal kurz nacheinander durch die Flamme eines Bunsenbrenners oder legt es gleichfalls mit der Schichtseite nach oben auf das eine Ende eines Kupferbleches, das am anderen Ende durch eine Gasflamme erhitzt wird. Letzteres Verfahren kommt nur da in Anwendung, wo die Fixirung ganz besonders vorsichtig vorgenommen werden soll. Chemisch lassen sich die Präparate durch Alkohol und Aether aa., Sublimat, Formalindämpfe u. s. w. fixiren. Aus Milchpräparaten ist nach der Fixirung vor der Färbung das Milchfett durch Aether zu entfernen; aus Blutpräparaten lässt sich das Hämoglobin durch 1—5%ige Essigsäure oder 2—3%ige wässerige Pepsinlösung extrahiren.

Die Fixirung, vor allem die durch hohe Temperaturen, ist ein Mittel, das immerhin für die natürliche Structur der Bakterien nicht gleichgiltig sein kann. Deshalb hat man versucht, die Bakterien ohne Fixation „vital" zu färben. *Nakanishi* bestrich zu dem Zweck Objectträger, mit der Farblösung (Methylenblau oder Neutralroth), brachte, nachdem die Farblösung angetrocknet war, die Bakterienemulsion auf und legte ein Deckglas darüber. Auf diese Weise färben sich die Bakterien und zwar in ihren einzelnen Elementen veschieden schnell und verschieden intensiv und damit distinct. Diese Methode eignet sich daher besonders zum Studium der feineren Bakterienstructur. Für die gewöhnlichen Untersuchungszwecke wird man aber Fixirung der Präparate vornehmen. An die Fixirung schliesst sich die Färbung an.

b) Die eigentlichen Färbemethoden für Bakterien.

Man kann die Färbungsverfahren eintheilen in universelle, specifische und solche, die die färberische Darstellung gewisser Elemente des Bakteriums (Sporen, Geiseln u. s. w.) bezwecken.

1. Die universellen Färbungsmethoden.

Universelle Färbemethode für Deckglaspräparate.

Das fixirte Deckglaspräparat wird mit der Schichtseite nach oben in eine *Cornet*'sche Pinzette (Fig. 81) eingeklemmt, die es durch ihre

Fig. 81.



Pincette nach *Cornet*.

Federkraft selbstthätig festhält und mit der Färbelösung übergossen. Diese wird nach kurzer Einwirkung (etwa eine halbe Minute) abgespült, das Präparat wird zwischen Fliesspapier und zum Schluss vorsichtig über der Flamme getrocknet in Cedernöl oder Canadabalsam eingeschlossen. Zur universellen Färbung benützt man gewöhnlich eine verdünnte wässerig alkoholische Fuchsin- oder Methylenblaulösung. Fuchsinpräparate sind unbegrenzt dauerhaft, Methylenblaupräparate blassen mit der Zeit etwas ab, jedoch färbt Methylenblau zarter als Fuchsin und tingirt weniger den Grund, so dass es sich besonders für Präparate von Eiter, Blut u. s. w. eignet.

Für die Darstellung von Bakterien in Gewebsschnitten seien folgende universelle Methoden angeführt.

Methode von *Löffler*.

1. Färbung in alkalischer Methylenblaulösung, 3—5 Minuten, oder in verdünnter Carbolfuchsinlösung, je nach der Verdünnung verschieden lange.

2. Differenzirung in Wasser oder $^1/_2$%iger Essigsäure.
3. Entwässern in Alkohol.
4. Aufhellen in Xylol, Einschliessen.

Methode von *Kühne*.

1. Färben in einer Lösung von

1,5	Methylenblau,
10	Alkohol absol.,
100	5%iger Carbolsäure.

2. Differenzirung mit 0,5%iger Salzsäure.
3. Abspülen in Lösung von Lithioncarbonat (6—8 Tropfen concentrirter wässeriger Lösung auf 100 Wasser).
4. Wasserspülung.
5. Absoluter Alkohol, der mit Methylenblau leicht gefärbt ist, $^1/_2$ Minute.
6. Anilinöl mit Methylenblau (violette Lösung), einige Minuten.
7. Anilinöl.
8. Terpentinöl, Xylol, Einschliessen.

Methode von *Nicolle*.

1. Färbung mit alkal. Methylenblaulösung.
2. Differenzirung in $^1/_2$%iger Essigsäure.
3. 10%iger Tanninlösung einige Secunden.
4. Wasserspülung, Entwässern, Aufhellen mit Xylol, Einschliessen.

Methode von *R. Pfeiffer*.

1. Färbung in verdünnter Carbolfuchsinlösung (1 Theil auf 3 Theile Aq. dest.) circa 15 Minuten.
2. Behandlung mit absolutem Alkohol, dem 1—2 Tropfen Essigsäure (auf je etwa 5 Ccm.) zugesetzt werden, bis die Schnitte rothviolett werden.
3. Aufhellen mit Xylol, Einschliessen.

2. Die specifischen Bakterienfärbungsmethoden.

Zu diesen ist in gewissem Sinne auch die Färbung nach *Gram* zu rechnen insofern, als einzelne Bakterienspecies sich nach dieser Methode entweder färben lassen, andere nicht.

Die wichtigsten nach *Gram* färbbaren Bakterien sind:

Rhinosklerom-, Mäuseseptikämie-, Milzbrand-. Tuberkel-, Lepra-. Tetanus-, Diphtherie-, Schweinerothlaufbacillus, gyogene Streptokokken und Staphylokokken, Micrococcus tetragenus, Diplococcus pneumoniae und das Mycel des Aktinomyces.

Nach *Gram* nicht färbbar sind unter anderen Typhusbacillus, Bacterium coli, Rotz-, Cholera-, Hühnercholera-, Kaninchenseptikämiebacillus, Bacillus pneumoniae *(Friedländer)*, Influenzabacillus, Bacillus der Bubonenpest, des Rauschbrandes, des malignen Oedems, Gonococcus, Recurrensspirillum.

Die Färbbarkeit der nach *Gram's* „positiven“ Bakterien beruht darauf, dass ihre Leibessubstanz durch Behandlung mit Jodkali mit dem zur Vorfärbung verwandten Pararosanilinfarbstoff eine feste Verbindung eingeht, während im Gegentheil hierzu bei den nach *Gram's* „negativen“ Bakterien durch das Jod eine lockere Bindung des Farbstoffes bedingt wird, die bei nachfolgender Differenzirung eine leichte Entfärbung zur Folge hat.

Bezüglich der Färbung von Gewebselementen nach *Gram* sei erwähnt, dass sich die Zellen durchgängig wie die nach *Gram* „negativen“ Bakterien verhalten.

Die *Gram*'sche Methode.

I. Für Ausstrichpräparate.

Bereitung der Anilinwassergentianaviolettlösung: In einem Reagensglas wird etwa 0,5 Anilinöl mit der 20—30fachen Menge destillirten Wassers übergossen, ca. 5 Minuten kräftig geschüttelt und durch ein angefeuchtetes Filter filtrirt. Das Filtrat, das von sichtbaren Oeltropfen frei sein muss, wird mit Gentianaviolettlösung bis zur beginnenden Häutchenbildung versetzt.

1. Färbung mit Anilinwassergentianaviolettlösung oder 2%iger Carbolwassergentianaviolettlösung unter Erwärmen, 2 Minuten.
2. Behandeln mit folgender Lösung (*Lugol*'sche Lösung), 1—2 Minuten:

Jod	1,0,
Jodkalium	2,0,
Aq. dest.	300,0.

3. Entfärben in Alkohol, ca. 10 Secunden (resp. 3%igem salzsauren Alkohol nach *Günther*).
4. Nachfärben mit wässeriger Anilinfarbstofflösung.
5. Wasserspülung.

II. Für Schnitte.

1. Färbung in Anilinwassergentianaviolettlösung, 5—30 Minuten.
2. Behandeln mit *Lugol*'scher Lösung, 1—2 Minuten.
3. Differenzirung in Alkohol, bis der Schnitt nahezu farblos erscheint.
4. Wasserspülung.
5. Nachfärbung mit Pikrocarmin- oder Vesuvinlösung.

Recept der Pikrocarminlösung:

Carmin	1,0,
Aq. dest.	50,0,
Ammoniak	1,0.

Pikrinsäurezusatz, bis sich ein Niederschlag bildet; dieser wird in etwas Ammoniak gelöst. Zusatz einiger Tropfen Carbolsäure zur Lösung.

6. Abspülung in 60%igem Alkohol.
7. Entwässern, Aufhellen, Einschliessen.

An Stelle der Nachfärbung (5) kann eine Vorfärbung mit den betreffenden Farbstoffen treten.

Modificationen der Gram'schen Methode.

Modification von *Nicolle*.

I. Für Ausstrichpräparate.

1. Färben mit folgender Lösung unter Erwärmen, 1—5 Minuten:
   10,0 Ccm. gesättigte alkoholische Gentianaviolettlösung,
   100,0 Ccm. 1%iges Carbolwasser.
2. Jodjodkalium, 4—6 Secunden.
3. Entfärben in 3 Theilen Alk. abs. und 1 Theil Aceton.
4. Nachfärben u. s. w.

II. Für Schnitte.

1. Vorfärbung mit alkoholischer *Orth*'scher Carminlösung (5 Theile *Orth*'sches Carmin, 1 Theil 95%igen Alkohol).
2. Färbung mit der vorher unter 1 angeführten Lösung.
3. Jodjodkalium, 4—6 Secunden.
4. Differenzirung mit absolutem Alkohol und $^1/_3$ Volumprocent Aceton.
5. Behandlung mit 95%igem Alkohol- und Pikrinsäurezusatz bis zur Gelbgrünfärbung, 1—5 Secunden.
6. Entwässern mit absolutem Alkohol, Aufhellen, Einschliessen.

Methode von *Kühne-Weigert:*

1. Vorfärbung in Lithioncarmin.
2. Differenziren in 30% Salzsäure.
3. Färben in Krystallviolettlösung, 1% (1 Ccm. einer 10%igen alkoholischen Krystallviolettlösung auf 10 Ccm. Wasser, dem einige Tropfen Salzsäure zugesetzt sind) 3 Minuten.
4. 1 Minute in *Lugol*'sche Lösung.
5. Anilinöl, bis keine Farbe mehr ausgezogen wird und bis der rothe Carminton wieder da ist.
6. Xylol, Canadabalsam.

Eine echte specifische Färbungsmethode ist nur für die kleine Gruppe der „säurefesten" Bakterien (speciell Tuberkelbacillus) vorhanden. Die Bakterien dieser Gruppe zeichnen sich durch eine durch die chemische Structur ihrer Hülle (Wachs- oder chitinähnlicher Körper) bedingte schwere Färbbarkeit und dementsprechende Resistenz gegenüber entfärbenden Säuren aus (inde „säurefeste" Bakterien). Die Färbung erfolgt durch mit Beizen (Carbolsäure, Anilinwasser) versetzte Farblösungen. Bei der nachfolgenden Differenzirung mit Säure halten die säurefesten Bakterien den Farbstoff fest, während andere gleichzeitig vorhandene Bakterien und die Gewebselemente ihn abgeben und danach der Färbung durch eine zweite Farblösung zugänglich werden.

Färbung der säurefesten Bakterien (Tuberkelbacillen u. s. w.).

I. In Ausstrichpräparaten.

Methode von *Ehrlich*.

1. Färbung in Anilinwasserfuchsinlösung (oder Anilinwassergentianaviolettlösung unter Erwärmen, 3—5 Minuten.

2. Entfärbung in 30%iger Salpetersäure, 1/4—1 Minute.
3. Behandeln mit 60%igem Alkohol, bis keine Farbwolken mehr aufsteigen.
4. Nachfärbung mit wässeriger Methylenblau- resp. Bismarckbraunlösung.

Methode von *Ziehl-Neelsen.*

1. Färbung mit Carbolfuchsin unter Erwärmen bis zur Dampfbildung 2 Minuten. Recept der Carbolfuchsinlösung:

Acid. carb. cryst.	5,0
Alkohol	10,0
Fuchsin	1,0
Aq. dest.	100,0

2. Entfärbung in 20%iger Salpetersäure, 5 Secunden.
3. Entfärbung in 60%igem Alkohol, bis das Präparat farblos erscheint.
4. Nachfärbung mit wässeriger Methylenblaulösung.
5. Wasserspülung u. s. w.

Methode von *Fränkel-Gabbet.*

1. Wie bei der vorigen Methode.
2. Entfärbung und Gegenfärbung gleichzeitig mit einer gesättigten Lösung von Methylenblau in:

Alkohol	50
Schwefelsäure	25
Aq. dest.	100

II. In Schnitten.

1. Färbung in Carbolfuchsin mindestens 20 Minuten.
2. Entfärben *a)* in 20%iger Salpetersäure, 10 Secunden.
b) in 60%igem Alkohol, bis das Präparat farblos erscheint.
3. Nachfärbung mit wässeriger Methylenblaulösung, 5 Minuten.
4. Abspülen mit ganz verdünnter Essigsäure.
5. Entwässern in absolutem Alkohol, Aufhellen, Einschliessen.

Als Ersatzmittel für die Mineralsäure sind eine Reihe anderer Entfärbungsmittel angegeben.

I. Fluorescin (saurer Farbstoff) von *Czaplewsky.* Das vorgefärbte Präparat kommt zur Differenzirung einige Secunden in eine Lösung von

Fluorescin *(Grübler)* 1,0 } 2 Tage lang stehen lassen,
Alkohol . . . . . 100 } vom Bodensatz abgiessen,

mit Methylenblau 5,0, einen Tag stehen lassen, vom Bodensatz abgiessen.

II. Kaliumpermanganat, 1/4stündige Einwirkung *(Miller).*

III. Alkalische Wasserstoffsuperoxydlösung, einige Minuten.

IV. Eau de Javelle, 2—3 Minuten *(Rondelli* und *Buscaglioni).*

Auf die verschieden schwere Färbbarkeit von Tuberkelbacillus und Lepraerreger gründet *Baumgarten* eine

Methode der differentialdiagnostischen Färbung der Leprabacillen.

1. Färbung in sehr verdünnter alkoholischer Fuchsinlösung, 5 Minuten.

2. Entfärbung in einer Mischung von Alkohol 10, Salpetersäure 1; 20 Secunden.

3. Wasserspülung.

4. Nachfärbung mit Methylenblau. Der Tuberkelbacillus ist schwerer färbbar als der Lepraerreger und bleibt bei dieser Methode noch ungefärbt.

3. Färbungsmethoden zur Darstellung von Theilen des Bakterienleibes (Kapseln, Sporen, Chromatin, Geisseln).

Methoden der Kapselfärbung.

Methode von *Johne.*

1. Färbung mit erwärmter 2%iger wässeriger Lösung von Methylviolett oder Gentianaviolett, 1—2 Minuten.
2. Wasserspülung.
3. Entfärbung in 1—2%iger Essigsäure, 10 Secunden.
4. Wasserspülung.
5. Untersuchung in Wasser, nicht in Balsam!

Methode von *Klett.*

1. Färbung mit alkoholisch-wässeriger Methylenblaulösung 1:10:100 unter Erwärmen bis zum Aufkochen.
2. Wasserspülung.
3. Färbung mit Fuchsinlösung von gleicher Concentration wie die Methylenblaulösung, 5 Secunden.
4. Wasserspülung etc.

Methode von *Nicolle.*

1. Färbung in folgender Mischung:
   Gesättigte alkoholische (95%ige) Gentianaviolettlösung 10,0
   1%ige Carbolsäure 100,0
2. Abspülen in absolutem Alkohol und $^1/_3$ Vol. Aceton.
3. Wasserspülung, Trocknung, Einbettung.

Methode von *Olt.*

1. Färbung mit 2%iger wässeriger, heiss bereiteter und filtrirter Safraninlösung unter mehrmaligem Erhitzen, $^1/_2$—1 Minute.
2. Wasserspülung und Untersuchung in Wasser (Kapsel färbt sich quittengelb, Bakterienleib rothbraun).

Methoden der Sporenfärbung.

Methode von *Hauser.*

1. Färbung mit wässeriger Fuchsinlösung, indem das mit der Farblösung bedeckte Präparat 40—50mal durch die Flamme gezogen wird, eventuell unter Erneuerung der verdampfenden Farblösung.

2. Entfärbung in 25%iger Schwefelsäure.
3. Wasserspülung.
4. Nachfärben mit wässeriger Methylenblaulösung.

Methode von *Fiocca*.

1. Färbung der Präparate 3—15 Minuten in einer Lösung von 20 Ccm. 10%igem Ammoniak und 10—20 Tropfen alkoholischer Anilinfarbstofflösung.
2. Differenzirung in Schwefelsäure.
3. Wasserspülung.
4. Gegenfärbung mit verdünnter wässeriger Anilinfarbstofflösung.

Methode von *Möller*.

1. Behandeln des fixirten Deckglases mit Chloroform, 2 Minuten. (Zur Lösung von eventuell vorhandenen Fetttropfen, die durch ihre Färbung Sporen vortäuschen können.)
2. Wasserspülung.
3. 5%ige Chromsäure, 1½—2 Minuten.
4. Wasserspülung.
5. Färbung mit wässeriger Carbolfuchsinlösung unter Erwärmen, 1 Minute.
6. Entfärbung in 5%iger Schwefelsäure, 5 Secunden.
7. Wasserspülung.
8. Nachfärben mit wässeriger Lösung von Methylenblau, ½ Minute.
9. Wasserspülung, Trocknen, Einschliessen in Canadabalsam.

Methode von *Klein*.

Bei dieser Methode wird, um ein leichteres Eindringen der Farblösung in die Sporen zu ermöglichen, vor der Fixation gefärbt.

1. Zusatz eines gleichen Quantums Karbolfuchsinlösung zu einer Emulsion des sporenhaltigen Materials in Kochsalzlösung. Färbung 6 Minuten unter schwachem Erwärmen.
2. Aufstreichen auf Deckgläser, Lufttrocknung und Fixirung in der Flamme.
3. Entfärbung in 1%iger Schwefelsäure, 1—2 Secunden.
4. Wasserspülung.
5. Nachfärben mit verdünnter Methylenblaulösung, 3—4 Minuten.

Methoden der Geisselfärbung.

Die Geisseln sind erst nach vorheriger „Beizung“ des Präparates imstande, Farbstoffe aufzunehmen. Die schönsten Präparate erhält man bei der Verwendung junger Culturen von frischen Agarböden. Benutzung peinlich gereinigter, namentlich fettfreier Deckgläser und vorsichtiges Ausstreichen der Bakterien auf diesen in dünner Emulsion ist für das Gelingen der Präparate erforderlich.

Methode von *Löffler*.

1. Beizen mit folgender Mischung unter leichter Erwärmung, ½ bis 1 Minute:

20%ige wässerige Tanninlösung (in der Hitze bereitet)	100·0
Kaltgesättigte Ferrosulfatlösung	50·0
Alkoholische resp. wässerige Fuchsinlösung	10·0

2. Gründliche Entfernung der Beize durch Wasserspülung.
3. Abspülen mit Alkohol.
4. Färbung mit erwärmter Anilinwasserfuchsinlösung, die durch Zusatz von Natronlauge im Zustand der Schwebefällung sich befindet.
5. Wasserspülung, Trocknung, Einbettung.

Die Lösung in dem für die Beize angegebenen Recept ist nicht für alle Bakterienarten geeignet, sie benöthigt vielmehr in der Regel noch einen je nach der zu färbenden Bakterienart verschiedenen Zusatz von Säure resp. Alkali.

Methode von *Bunge.*

Dieselbe stellt eine Modification der *Löffler*'schen Methode dar.
1. Beizen mit folgender Mischung unter Erwärmen, 1—5 Minuten.

75 Ccm. conc. wässerige Tanninlösung,
25 Ccm. 5%ige Lösung von Liquor ferri sesquichlorati,
10 Ccm. conc. wässerige Fuchsinlösung.

Die Beize ist erst einige Tage nach der Bereitung gebrauchsfähig und wird vor dem Gebrauch bis zur rothbraunen Färbung mit Wasserstoffsuperoxyd versetzt.
2. Wasserspülung.
3. Färbung mit erwärmter Carbolgentianaviolettlösung.
4. Wasserspülen u. s. w.

Methode von *van Ermengem.*

1. Beizen mit folgender Mischung 5 Minuten unter Erwärmen oder ½ Stunde in der Kälte:

60 Ccm. 20%iger Tanninlösung,
30 Ccm. 2%iger Osmiumsäure,
4—5 Tropfen Eisessig.

2. Wasserspülung.
3. Alkoholspülung.
4. Eintauchen in 0·5—1%ige Lösung von Argentum nitricum, 1 bis 3 Secunden oder 2%ige Larginlösung *(Stephensen).*
5. Abspülen in folgender Lösung für einige Secunden:

Acid. gallic.	5,0
Acid. tannic.	3,0
Natr. acetic.	10,0
Aqu. dest.	350,0

6. Behandeln mit der unter 4. erwähnten Silberlösung unter häufigem Hin- und Herbewegen des Präparates, bis die Lösung sich schwärzt.
7. Wasserspülen, Trocknen u. s. w.

Methode von *Zettnow*.

1. Beizen der Deckglaspräparate unter Erwärmen auf einer Metallplatte (80°) im Blockschälchen in einer Lösung, die folgendermassen bereitet wird:

Zu einer 5%igen leicht erwärmten Tanninlösung wird soviel von einer Brechweinsteinlösung zugesetzt, bis eben ein dauernder Niederschlag entsteht. Danach Filtration.

2. Behandeln mit folgender Silberlösung unter Erwärmen:

Verdünnung einer gesättigten Lösung von Silbersulfat (aus Silbernitrat durch Zusatz von Magnesiumsulfat oder Natriumsulfat dargestellt) zur Hälfte mit Wasser und Zusatz einer 30%igen Lösung von Aethylamin bis zur völligen Lösung eines anfänglich aufgetretenen Niederschlags. Abermalige Hinzufügung von Silbersulfat bis zur beginnenden Niederschlagsbildung.

3. Wasserspülung.

4. Verstärken mit einer Lösung von Aurum chloratum neutrale 1:2000 oder mit Sublimat 1:100.

5. Wasserspülung.

6. Behandeln des Deckglases mit einer Mischung von 2 Tropfen 2%iger Sodalösung und 1—2 Tropfen einer Lösung von 1 Grm. Pyrogallol in 20 Ccm. Alkohol + 2 Tropfen Eisessig.

7. Wasserspülung u. s. w.

Statt durch die Silberlösung (cfr. unter 2) lassen sich die Bakterien auch mittels Gold wie folgt sichtbar machen:

Behandlung des gebeizten Präparats mit Aurum chloratum neutrale 1:2000 unter Erwärmung bis zur Dampfbildung.

Verstärken mit einer Mischung von 1 Tropfen einer 1 proc. Silbernitratlösung + 4 Tropfen folgender Lösung:

Wasser	150,0
Citronensäure	2,0
Pyrogallol	0,5

Zusatz von etwas Thymol gegen Schimmelbildung.
Die Mischung soll zweimal nacheinander je eine Minute einwirken.

Methode von *Peppler*.

1. Beizen mit folgender Mischung (4—6 Tage alt), 1—5 Minuten:

20 Grm. Tannin } in der Wärme gelöst.
80 Ccm. Wasser }

Nach dem Erkalten Zusatz von 15 Ccm. 2,5%iger Chromsäure.

2. Wasserspülung.
3. Färbung mit Anilinfarbstofflösung (10 Ccm. conc. Alkohol, Farblösung 2,5 Acid. carbolic. ad 100 Wasser), 2 Minuten.
4. Wasserspülung.
(5. Nachbehandlung mit Jodkaliumlösung, 1 Minute.)
6. Wasserspülung u. s. w.

Färbung der Babes-Ernst'schen Körperchen.

Methode von *M. Neisser.*

1. Färben mit folgender Lösung, 1—3 Secunden:

1 Grm. Methylenblau,
20 Ccm. Alkohol abs.,
50 Eisessig ad 1000 Wasser.

2. Wasserspülung.
3. Nachfärben mit Vesuvin (2%ige wässerige Lösung), 3 bis 5 Secunden.
4. Wasserspülung u. s. w.

Methode von *Piorkowsky.*

1. Färben mit alkalischer Methylenblaulösung unter leichtem Erwärmen, $^1/_2$—1 Minute.
2. Entfärben mit 3%igem salzsauren Alkohol, 5 Secunden.
(3. Nachfärben mit 1%iger wässeriger Eosinlösung.)
4. Wasserspülen u. s. w.

Methoden der Chromatinfärbung.

Die Darstellung des Chromatins ist wahrscheinlich einem Farbstoff zuzuschreiben, der aus Methylenblau durch Oxydation entsteht. Dieser Farbstoff, der sich namentlich in mit Alkali versetzten Methylenblaulösungen, besonders bei deren Erhitzen abspaltet, ist durch Chloroform ausziehbar; er besitzt rothe Eigenfarbe „Roth aus Methylenblau" *(Nocht),* Methylenazur *(Michaelis).* Neben diesem Körper kommt möglicherweise auch dem bei der Färbung verwendeten Eosin eine Bedeutung für die Chromatindarstellung zu.

Methode von *Romanowsky-Ziemann.*

1. Färbung der Präparate in folgender Mischung, 30—40 Minuten:
1 Theil 1%iger Lösung von Methylenblau med. pur. Höchst,
6 Theile 0,1%iger Eosinlösung AG oder BA Höchst.
Durch Zusatz von 2—4 Theilen Borax zur Methylenblaulösung wird deren Wirksamkeit erhöht. Man nimmt alsdann zur Mischung 4 Theile Eosinlösung. Färbedauer in diesem Fall 8—10 Minuten.
2. Event. Differenzirung mit dünner Eosin- bezw. Methylenblaulösung.
3. Wasserspülung u. s. w.

Methode von *Nocht.*

Färbung in folgender Mischung, 5—10 Minuten:

Eine aus 1% Methylenblau und $^1/_2$% Soda hergestellte Farblösung wird einige Tage bei 50—60° gehalten. Dieselbe wird dann erkaltet tropfenweise zu einer Mischung von 2—3 Tropfen 1%iger Eosinlösung + 1—2 Ccm. Wasser zugesetzt, bis der Eosinthon verschwunden ist.

Methode von *Zettnow*.

1. Färbung der Präparate in folgender Mischung, 2—5 Minuten: 2 Theile einer Mischung von 50 Ccm. 1%iger Methylenblaulösung (pur. med. Höchst), 3 Ccm. 5%iger Sodalösung und 0,5 Ccm. 10%iger alkohol. Thymollösung. 1 Theil 10%iger Eosinlösung B. Höchst.

2. Event. Differenzirung mit 0,5%iger schwach essigsaurer Methylenblaulösung oder 0,2%iger Eosinlösung.

3. Wasserspülung u. s. w.

Methode von *Giemsa*.

1. Färbung der in Alkohol fixirten Präparate, 15—20 Minuten, in folgender Mischung:
1 Theil 0,8‰iger wässeriger Lösung von Azur II *(Grübler)*,
10 Theile 0,05‰iger wässeriger Eosinlösung (Eosin Höchst extra).

2. Wasserspülung.

3. Trocknen an der Luft, Einschliessen u. s. w.

II. Kapitel. Methoden der Züchtung von Bakterien.

Durch Färbung ist die Diagnose der Bakterienart nur in den seltensten Fällen (specifische Färbung) einigermassen sicher und nie exact genug zu stellen. Fast immer ist zur weiteren Untersuchung die Züchtung der betreffenden Species erforderlich, der in der Regel die Isolirung vorauszugehen hat, da sich nur selten die betreffende Bakterienart in Reincultur vorfinden wird. Die Züchtung und Isolirung erfolgt mittelst künstlicher steriler Nährböden

A. Die Nährböden und ihre Bereitung.

Man kann die Nährböden in flüssige und feste und letztere wiederum in undurchsichtige und verflüssigungsfähige durchsichtige eintheilen. Für die Methode der Isolirung kommen hauptsächlich nur die letzteren in Betracht, auf denen das von *Koch* geschaffene Princip der Reinzüchtung beruht. Jedoch haben sie und auch die übrigen Nährböden die fernere für die Diagnostik wichtige Bedeutung, dass auf ihnen viele ein üppiges und vor allem für ihre Art charakteristisches Wachsthum zeigen.

Die zur Aufbewahrung der Nährböden benutzten Gefässe und die Nährböden selbst müssen, da es sich ja um die Reinzüchtung bestimmter Bakterienarten mittels derselben handelt, selbst absolut keimfrei sein. Zu dem Zweck werden sie sterilisirt.

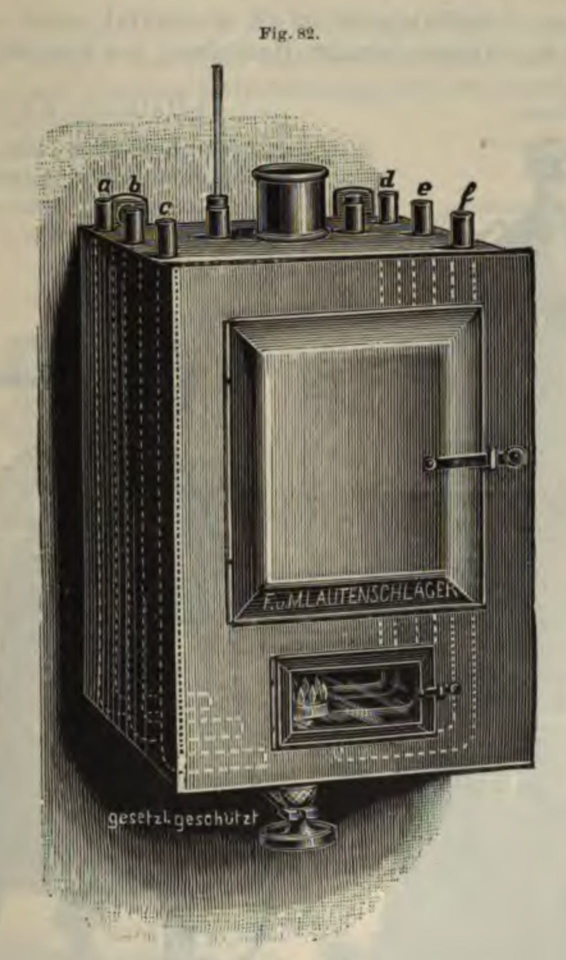
Die Sterilisation der Glasgefässe erfolgt, nachdem ihre Oeffnungen durch Watte keimdicht verschlossen sind, durch trockene Hitze in einem Heissluftschrank (Fig. 82 bei 160°, $^1/_2$—$^3/_4$ Stunden). Die Nährböden selbst werden im strömenden Dampf bei 100° oder im Autoclaven sterilisirt.

Die Erzeugung des Dampfes geschieht in einem von *R. Koch* angegebenen Dampftopf (Fig. 83). Er besteht aus einem von unten zu heizenden Wasserreservoir, das in einen, mit einem Deckel lose verschliessbaren Blechcylinder übergeht, in den die zu sterilisirenden Objecte eingebracht und dort der Einwirkung der Dämpfe ausgesetzt werden.

Schneller und intensiver lässt sich die Sterilisirung durch Dampf unter erhöhtem Druck mittels Autoclaven erreichen (Fig. 84). Jedoch dürfte man für die gewöhnlichen Zwecke mit einem Dampftopf auskommen.

Bei Dampfsterilisation muss der Dampf entweder eine Stunde einwirken, oder, falls die Natur des zu sterilisirenden Objects eine so lange Einwirkung hoher Temperaturen nicht zulässt, wird die Sterilisation discontinuirlich (an 3 aufeinander folgenden Tagen je 15 Minuten lang)

Fig. 82.



Heissluftschrank.

nach *Tyndall* vorgenommen. Etwaige Dauerformen der Bakterien, die am ersten Tag der kurzen Einwirkung des Dampfes entgingen, können dann bis zur weiteren Sterilisation auskeimen, wo sie in Gestalt ihrer vegetativen Form vernichtet werden.

Flüssigkeiten lassen sich auch mittels Filtration durch keimdichte Filter steril gewinnen (Fig. 85 u. 86). Es sind dies Filter aus gebranntem Thon, Infusorienerde oder ähnlichen Substanzen, durch die man die

betreffende Flüssigkeit unter Druckdifferenz (i. R. durch eine Saugpumpe erzeugt) in ein steriles Gefäss hindurchgehen lässt. Dabei werden auch die kleinsten bekannten Keime zurückgehalten.

Die einzelnen Nährböden.

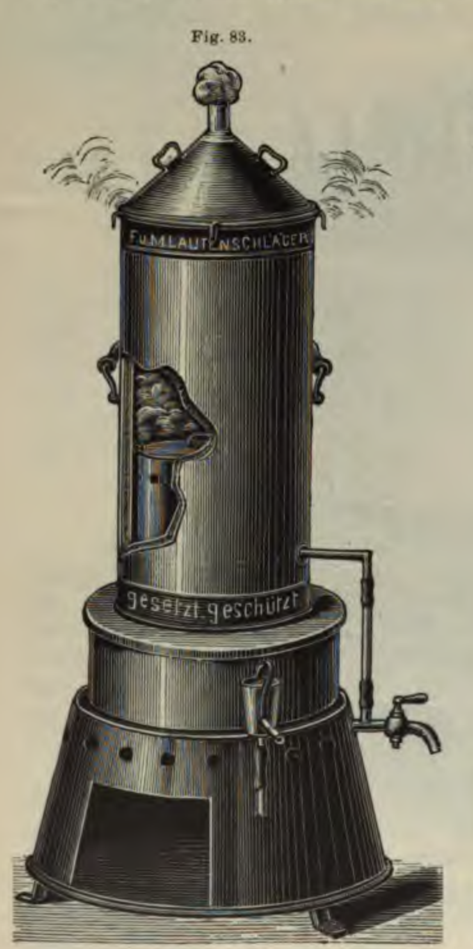
1. Die Kartoffel als Nährboden.

Der älteste feste Nährboden ist die Kartoffel, zuerst von *Schröter* zur Isolirung von Keimen benutzt. Herstellung von Kartoffelnährböden:

a) Halbirte Kartoffel.

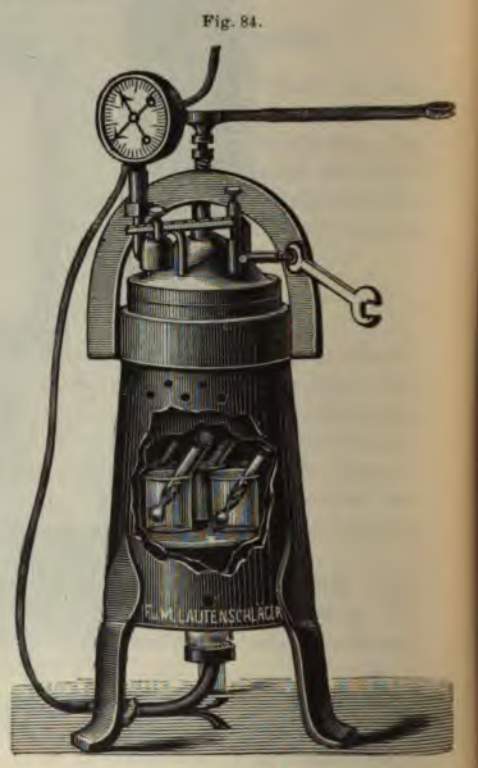
1. Kartoffeln mit Bürste oder Leitungswasserstrahl gründlich reinigen, Vertiefungen mit dem Messer gründlich auskratzen.

Fig. 83.



Dampftopf nach *R. Koch*.

Fig. 84.



Autoclav.

2. Einlegen der Kartoffel für eine halbe bis eine Stunde in eine 1‰ige Sublimatlösung.

3. ¾ Stunden im Dampftopf kochen.

4. Mit einem ausgeglühten Messer am grössten Umfang durchschneiden und die beiden Hälften, Schnittflächen nach oben, in eine

Glasschale einlegen, deren Boden- und Deckelfläche mit Fliesspapier ausgekleidet ist, das leicht* mit Sublimat getränkt ist (feuchte Kammer).

b) Kartoffel *v. Esmarch.*

v. Esmarch benutzte rohe Scheiben geschälter Kartoffeln, die in Doppelschalen $^3/_4$ Stunden im Dampf sterilisirt wurden.

c) Halbirte Kartoffelcylinder.

Bolton, Globig und *Roux* halbirten Kartoffelcylinder, die mittels eines Korkbohrers aus rohen Kartoffeln ausgeschnitten waren, brachten sie in sterile Reagensgläser und sterilisirten gleichfalls $^3/_4$ Stunden in Dampf. Um ein Hineinragen der Kartoffelcylinder in das Condenswasser zu vermeiden, empfiehlt sich, Reagensgläser mit einer Einschnürung am Boden zu verwenden oder eine Unterlage (Glasstückchen, Watte) zuvor auf den Boden des Reagensglases zu bringen.

Fig. 85.

Filter nach *Reichel*.

Die in der Kerze befindliche keimhaltige Flüssigkeit wird vermittels der angebrachten Saugpumpe in die sterile Flasche gesaugt. Bei *D* ist zuvor mittels Gummischlauch und Quetschhahn ein luftdichter Verschluss erzielt.

Fig. 86.



Bakterienfilter nach *Puchal*.

Die bakterienhaltige Flüssigkeit *(F)* wird aus dem Becherglas *B* durch die Tonzelle *T* nach der sterilen Saugflasche *S* gesogen. Die Bakterien bleiben an den Wänden der Tonzelle haften.

2. Eier als Nährböden.

Wie die Kartoffel findet das Vogelei als fester Nährboden Verwendung, indem Eiweissstücke von gekochten Eiern in Doppelschälchen oder Reagensgläsern sterilisirt werden. Bei der Verwendung von Kiebitzeiern, die bei 75° zu einer durchsichtigen Masse erstarren,

* Ueberschuss von Sublimat ist zu vermeiden, da sich sonst zu reichlich Condenswasser bildet, das auf die Culturen herabträufelt.

kann man auch durchsichtige Nährböden erhalten, wenn man das Eiweiss mit gleicher Wassermenge vermischt bei der angegebenen Temperatur discontinuirlich sterilisirt. Ebenso kann man durch Einlegen beliebiger Vogeleier in 10—20%ige Kalilauge für 10—14 Tage einen durchsichtigen festen Nährboden erhalten. Es werden mit sterilen Messern geschnittene Scheiben derartiger, unter aseptischen Cautelen von der Schale befreiter Eier in sterile Doppelschälchen gebracht.

3. Blutserum als Nährboden.

Blutserum findet, wenn das Blut steril entnommen ist, sowohl in flüssiger wie fester Form als Nährboden Verwendung und eignet sich naturgemäss gerade für pathogene Bakterien.

Bei 65° erstarrt das Serum entsprechend seinem hohen Eiweissgehalt, bleibt aber bei dieser Temperatur noch annähernd durchsichtig. Steriles menschliches Blutserum gewinnt man nach *Bumm* post partum aus dem mütterlichen Ende der Nabelschnur.

Ist eine sterile Gewinnung des Serums nicht möglich, so ist, falls man auf die Durchsichtigkeit nicht verzichten will, das Serum durch keimdichte Filter zu filtriren oder 8 Tage lang fractionirt bei 65° zu sterilisiren. Nach *Kirchner* lässt sich ferner eine Keimtödtung durch 2 Monate lange Einwirkung von Chloroform (1—2%) in wohlverkorkten Flaschen an einem kühlen Ort in der Dunkelheit erzielen. Bei der zum Erstarren benützten Temperatur wird das Chloroform vollständig ausgetrieben. Wird auf die Durchsichtigkeit des Serums kein Gewicht gelegt, so kann man die Sterilisation auch im strömenden Dampf vornehmen. Hierbei erstarrt das Serum zu einer undurchsichtigen milchig weissen Gallerte, bewahrt aber im übrigen seine Brauchbarkeit als Nährboden für Bakterien. In analoger Weise wie die des Blutserums gestaltet sich die Bereitung von Nährböden aus den entsprechend zusammengesetzten thierischen Exsudaten, wie Ascitesflüssigkeit, Hydrocelenflüssigkeit u. s. w. Mit 1—3 Theilen verflüssigten und auf etwa 42° abgekühlten Agar gemischt liefern diese Substanzen einen Nährboden, der verflüssigbar ist.

Die im vorhergehenden geschilderten Nährböden sind von Natur fest oder lassen sich doch, wenn sie einmal in feste Form übergeführt sind, nicht wieder verflüssigen. Die unten zu schildernde Methode der Isolirung der Bakterien von *Koch* beruht aber gerade auf dieser Eigenschaft der Nährmedien und es kommt ihnen dementsprechend eine weit höhere Bedeutung für die Isolirung und Reinzüchtung der Bakterien zu als den im voraufgehenden behandelten. Es sind dies Nährböden, die durch Zusatz von gelatinirenden Substanzen zu einem mit Pepton und Kochsalz versetzten Fleischinfus (Nährbouillon) hergestellt sind.

4. Bereitung der Nährbouillon.

Mageres gehacktes Fleisch wird mit der doppelten Menge Wassers übergossen, für 24 Stunden in den Eisschrank gestellt, dann durch ein Tuch colirt; das Fleischinfus wird mit 1% Pepton und ½% Kochsalz versetzt und zur Lösung des Peptons leicht erwärmt. Zusatz einer gesättigten Sodalösung bis zum Lackmusneutralpunkt, kochen 1 bis

$1^1/_2$ Stunden im Dampftopf, wobei das coagulable Eiweiss ausfällt. (Durch das durch Hitze nicht ausfallende vorher zugesetzte Pepton ist ein genügender Eiweissgehalt der Nährflüssigkeit gewährleistet.) Filtration durch feuchtes Faltenfilter. Nochmalige Reactionsprüfung und Einfüllung der Flüssigkeit, die absolut klar sein muss, in sterile mit Wattepfropf zu verschliessende Glasgefässe. Sterilisation im Dampf eine Stunde lang. Die so gewonnene Nährbouillon ist ein ausgezeichneter flüssiger Nährboden für pathogene Bakterien, da sie Eiweiss und Extractivstoffe in annähernd der gleichen Qualität und Quantität besitzt wie die thierischen Gewebe. Aus ihr werden die festen durchsichtigen Nährböden durch Zusatz von Gelatine oder Agar hergestellt.

5. Herstellung der Nährgelatine.

Gelatine ist ein Eiweisspräparat von saurer Reaction, das in 10%iger Lösung bei 23—25° schmilzt und unter 22° wieder zu einer klaren durchsichtigen Gallerte erstarrt. Sie wird in Mengen von 10% dem Fleischwasser neben dem üblichen Pepton und Kochsalzzusatz zugegeben. Zur Lösung leichte Erwärmung der Bouillon. Neutralisation. Erhitzen im Dampftopf eine Stunde lang. Filtriren der heissen Lösung. Nach der Filtration wird die Reaction nochmals geprüft, da die vorher alkalische Reaction häufig beim Kochen umgeschlagen ist. Ist die durch das Filter gehende Gelatine nicht absolut klar (eine Reagensglasprobe aufgekocht und dann in Eiswasser schnell abgekühlt muss klar bleiben), so wird zur abgekühlten Flüssigkeit ein Hühnereiweiss zugegeben und abermals aufgekocht. Das ausfallende Eiweiss reisst die Trübungen mit zu Boden. Die in sterile Gefässe gefüllte fertige Gelatine wird discontinuirlich im Dampftopf drei Tagen nacheinander je $^1/_4$ Stunde sterilisirt. Eine einmalige, länger dauernde Erhitzung würde die Erstarrungsfähigkeit der Gelatine herabsetzen.

Um den Schmelzpunkt der Gelatine zu erhöhen, ist es nöthig, die Gelatinemenge zu vermehren und die Einwirkung der höheren Temperatur bei der Sterilisation möglichst einzuschränken.

Unter Berücksichtigung dieser Momente bereitete *Forster* eine Gelatine vom Schmelzpunkt von 29—30° folgendermassen:

Auflösen der Gelatine in Bouillon, die in einem Theekessel auf 60° erhitzt ist, Sterilisation in siedendem Wasser 15 Minuten lang, Filtration bei 60°. Sterilisation des Filtrats in sterilen Reagensgläsern 20 Minuten lang in siedendem Wasser. Die auf diese Weise bereitete Gelatine ist nicht immer steril, da sehr häufig der Rohgelatine widerstandsfähige Sporen anhaften, die bei dieser Methode nicht sicher zerstört werden.

6. Herstellung des Nähragars.

Das Agar besteht aus getrockneten Seetangen und ist ein Kohlehydrat von neutraler Reaction. Es schmilzt bei circa 90° und erstarrt bei unter 40°, wobei es die Eigenschaft hat, Wasser auszupressen. Agar-Agar wird in Mengen von 1—2% der fertigen Bouillon zugesetzt und unter leichter Erwärmung der Flüssigkeit gelöst; Neutralisation und Kochen im Dampftopf eine Stunde lang bei 100°, danach Filtration (s. u.), Prüfung der Reaction und Durchsichtigkeit (eventuell Corrigirung wie bei Gelatine angegeben) und Abfüllen in sterile Reagensgläser. Sterilisation discontinuirlich. Bei der Agarbereitung macht die Filtration

grosse Schwierigkeiten, da das Agar die Eigenschaft hat, schon bei relativ niederen Temperaturen wieder zu erstarren. Man erleichtert die Filtration dadurch, dass man sie im Dampftopf bei höheren Temperaturen vor sich gehen lässt oder benutzt besondere Heisswassertrichter (Fig. 87) oder Dampftrichter.

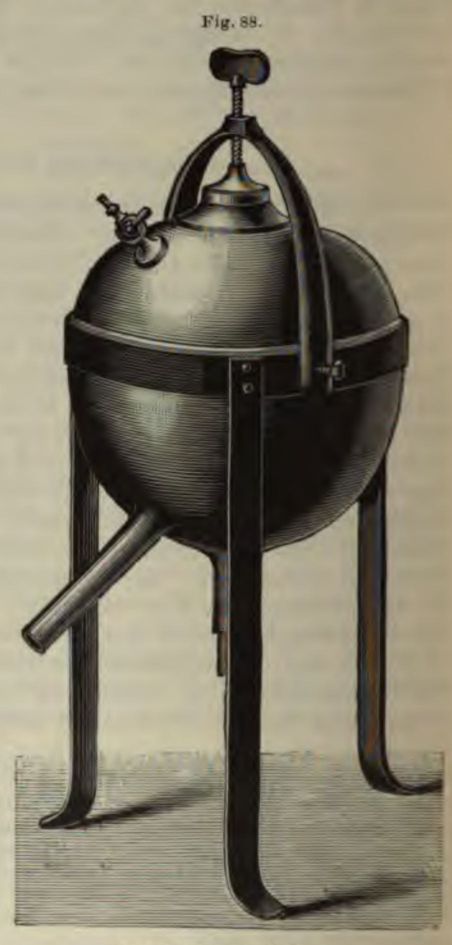
Unna hat einen solchen Dampftrichter (Fig. 88) construirt, bei dem der eigentliche Trichter sich in einer geschlossenen Metallkapsel befindet, in der die Filtration unter erhöhtem Druck vor sich geht. *Paul* empfiehlt neuerdings die Filtration durch einen Sandfiltrirapparat.

Fig. 87.



Heisswassertrichter.

Fig. 88.



Dampftrichter nach *Unna*.

7. Ersatzmittel für das Fleischwasser.

Die Bouillon als Grundsubstanz der eben geschilderten Nährböden ist durch eine Reihe anderer eiweisshaltiger Flüssigkeiten ersetzt worden. Als solche kommen in Betracht ausser Infusen von anderen eiweisshaltigen Substanzen Harn, Milch, thierische Exsudate, die mit Agar oder Gelatine versetzt sich natürlich auch zur Herstellung fester Nährböden sehr gut eignen.

Für Harnnährböden eignet sich am besten phosphatarmer, nüchtern gelassener Harn, der nach Desinfection des Orificium urethrae entleert wird. Er ist, abgesehen von den ersten Portionen, die man nicht auffängt, meist steril. Zur Sicherheit kann man ihn noch durch Kerzen filtriren. Dampfsterilisation ist nicht zu empfehlen, da bei der hohen Temperatur eine Zersetzung des Harnstoffes und eine Trübung durch ausfallende Phosphate eintritt. Milch wird (und zwar Magermilch, wegen der sonst störenden Fetthaut) discontinuirlich an 5 bis 6 Tagen je einige Minuten oder bei 120° im Autoclaven oder auch durch Chloroformzusatz in analoger Weise wie Blutserum (s. oben) sterilisirt.

Sowohl Milch wie Urin liefern bei Zusatz von Gelatine oder Agar ausgezeichnete feste Nährböden.

Infuse von pflanzlichen Producten finden vorzüglich für die Züchtung saprophytischer und phytoparasitischer Bakterien Verwendung und werden in analoger Weise hergestellt wie das Fleischinfus.

Zusätze zu den Nährböden.

Die Gelatine- und Agarnährböden in ihrer gewöhnlichen Zusammensetzung bilden für die meisten Bakterienarten ein vollständig ausreichendes Nährsubstrat, jedoch bedürfen gewisse, nur schwer künstlich züchtbare Arten weiterer Zusätze, die für sie wachsthumbefördernd wirken. Für viele Bakterien kommt eine derartige Eigenschaft dem Zucker zu (Traubenzucker oder Milchzucker in Mengen von $^1/_2$%; mehr würde infolge zu starker Säurebildung die Entwicklung der Bakterien im Gegentheil hemmen). Glycerin in Mengen von 5% ist für das Wachsthum der Tuberkelbacillen und anderer säurefester Arten sehr wichtig. Der Influenzabacillus verlangt einen hämoglobinhaltigen Nährboden, der naturgemäss auch für viele andere Arten wachsthumfördernde Eigenschaften besitzt. Es genügt eine geringe Menge Blut, die unter aseptischen Cautelen entnommen ist, auf der Agaroberfläche zu zerstreichen oder dem verflüssigten Nährsubstrat zuzusetzen. Statt des Blutes lässt sich auch reines Hämoglobin verwenden, das das wachsthumfördernde Princip des Blutes für die betreffenden Bakterien darstellt. Das Hämoglobin wird auf folgende Weise gewonnen: Frisches Blut wird mit physiologischer Kochsalzlösung versetzt, 24 Stunden im Eisschrank sedimentirt. Die rothen Blutkörperchen werden durch Gefrierenlassen und Wiederaufthauen oder durch Schütteln mit Aether vom Hämoglobin befreit und die so gewonnene Hämoglobinlösung durch Kerzen filtrirt.

Ueber andere Zusätze, die nicht eine Verbesserung des Nährbodens bezwecken, sondern zum Nachweis gewisser biologischer Umsetzungsproducte der Bakterien dienen, s. unten.

Specifische Nährböden.

Die vorhergehend geschilderten Nährböden kann man als universelle bezeichnen, indem sie sich mehr oder weniger für die Züchtung aller Bakterienarten eignen und nicht mit ihnen der Zweck verfolgt wird, für einzelne Arten besonders günstige Bedingungen zu schaffen unter gleichzeitiger Wachsthumshemmung für andere. Es ist jedoch

gerade das Ziel der künstlichen Züchtung pathogener Mikroorganismen, die Isolirung dadurch zu erleichtern, dass man den zu züchtenden pathogenen Bakterien möglichst günstige Wachsthumsbedingungen schafft, gleichzeitig vorhandene Begleitbakterien aber in ihrer Entwicklung einschränkt. Da, wo dieser Weg nicht einzuschlagen ist, sucht man wenigstens Nährböden zu wählen, bei denen die verschiedenen, in Betracht kommenden Species ein möglichst differentes Wachsthum zeigend, wodurch gleichfalls die Isolirung erleichtert wird.

Nährböden für den Typhusbacillus, die ein charakteristisches Wachsthum des Typhuserregers gegenüber B. coli bedingen.

Jodkaliumkartoffelgelatine nach *Elsner*.

Kartoffelauszug ($^1/_2$ Kgrm. auf 1 Liter Wasser) wird mit Gelatine in dem üblichen Verhältnisse versetzt, Zusatz von 2,5—3 Ccm. $^1/_{10}$ Normalnatronlauge auf 10 Ccm. Gelatine (man erhält so nach dem Kochen ein schwach sauer reagirendes Endproduct). Filtration. Sterilisation. Vor der Benutzung Zusatz von 1% Jodkali.

B. coli zeigt auf diesem Nährboden nach 24 Stunden schon grosse, dem blossen Auge sichtbare, unter dem Mikroskop grob granulirte Colonien, B. typhi erst nach 48 Stunden winzige, hellglänzende, wassertropfenähnliche Colonien.

Ein Nachtheil dieses Nährbodens beruht darauf, dass er auch für den Typhusbacillus keine günstigen Wachsthumsbedingungen liefert, dass ferner manche andere Bakterienarten auf diesem Nährboden ein den Typhuscolonien analoges Aussehen zeigen.

Harngelatine nach *Piorkowski*.

Zwei Tage alter (alkalischer) Harn vom specifischen Gewicht 1020 erhält Zusatz von 0,5% Pepton und 3,3% Gelatine.

Eine Stunde im Wasserbad kochen, ohne Anwendung von Wärme filtriren.

In Reagensgläsern an zwei aufeinanderfolgenden Tagen je 10 bis 15 Minuten im Dampf sterilisiren.

Auf Platten dieses Nährbodens wächst nach dem Autor nach 24stündiger Bebrütung bei 22° B. coli in scharfrandigen B. typhi in aufgefaserten Colonien mit zahlreichen kürzeren und längeren Ranken. Durch zahlreiche Nachprüfungen dieser Methode hat sich ergeben, dass die aufgefaserten Colonien keineswegs für den Typhusbacillus charakteristisch sind, und dass viele andere Bakterien — auch B. coli-Arten — ein gleiches Wachsthum zeigen. Auch diesem Nährboden kann also nur ein beschränkter Werth im Sinne einer Specifität zugeschrieben werden.*

Nährböden für den Tuberkelbacillus.

Abgesehen von den bereits pag. 305 erwähnten glycerinhaltigen Nährsubstraten zur Züchtung hat sich für die Isolirung des Tuberkelbacillus vor allem der folgende Nährboden als brauchbar erwiesen:

* Den Milchzuckerlackmusagar siehe unter: Bakteriologische Diagnostik der Fäces.

Agar nach *Hesse.*

Nährstoff Heyden	5	Grm.
Kochsalz	5	"
Glycerin	30	"
Agar	10	"
Normallösung von Krystallsoda (28,6 : 100)	5	Ccm.
Destillirtes Wasser	1000	"

Der Nährstoff Heyden wird in einem Becherglas mit etwas Wasser verquirlt, der übrigen Mischung erst nach 2stündigem Kochen zugesetzt. Danach wird noch $^1/_4$ Stunde weitergekocht und heiss filtrirt.

Der Vortheil des *Heyden*'schen Nährbodens vor allem für die Sputumuntersuchung beruht darauf, dass auf ihm ein Wachsthum der Tuberkelbacillen relativ schnell eintritt. ehe noch eine Ueberwucherung des Substrats durch Begleitbakterien eingetreten ist.

Anderen Nährböden wiederum kommt eine Specifität in dem oben auseinandersetzten Sinne nicht zu; es sind dies Nährböden, die, wenn sie auch vielen Arten Wachsthumsbedingungen gewähren, doch für bestimmte Arten die ausschliesslichen und alleinigen künstlichen Nährböden darstellen. Hieher gehören vor allen Dingen die Nährböden für den Gonococcus.

Nährböden zur Züchtung des Gonococcus.

Ein Wachsthum dieses nur schwer züchtbaren Mikroorganismus gelingt in beschränktem Grad auf menschlichem Blutserum (cfr. pag. 302), häufig besser auf Agar mit serösen Flüssigkeiten (cfr. pag. 302).

Die serösen Flüssigkeiten sind nicht immer gleich geeignet; es hängt ihre Brauchbarkeit für die Züchtungszwecke vielmehr von noch unbekannten Momenten ab.

Da, wo seröse Flüssigkeiten nicht zur Verfügung stehen, empfiehlt sich zur Gonokokkenzüchtung der Nutrose-Nährboden von *Wassermann.*

Folgende Mischung auf freier Flamme unter beständigem Schütteln 15 Minuten kochen:

Nutrose	0,8
Glycerin	2—3
Schweineblutserum	30—40

Die klare* Flüssigkeit wird am folgenden Tag nochmals 15 Minuten lang aufgekocht und kann dann steril aufbewahrt werden.

Vor dem Gebrauch wird sie auf 50—60° erhitzt mit 2% Pepton-Agar von der gleichen Temperatur aa. in Petrischalen ausgegossen.

Eiweissfreie Nährböden.

Der zur Ernährung nöthige Stickstoff braucht nicht unbedingt in Form von Eiweiss den Bakterien zugeführt zu werden. Sie vermögen vielmehr auch aus einfacher gebauten Körpern ihren Nährbedarf zu decken.

* Der Nutrosezusatz verhindert die Gerinnung des Schweineblutserums.

Mit deren Hilfe hergestellte eiweissfreie Nährböden haben für die praktische Frage der Züchtung und Isolirung kaum Interesse. Es seien jedoch einige der wichtigeren hier in ihren Recepten kurz aufgeführt:

Die *Uschinski*'sche Lösung.

Wasser	1000
Glycerin	30—40
Chlornatrium	5—7
Chlorcalcium	0,1
Magnesiumsulfat	0,2—0,4
Dikaliumphosphat	2—2,5
Ammonium lacticum	6—7
Natrium asparaginicum	3

Fränkel'sche Lösung.

Kochsalz	5 Grm.
Kaliumbiphosphat	2 „
Ammonium lacticum	6 „
käufl. Asparagin	4 „
Wasser	1000 „

verdünnte Natronlauge bis zur deutlich alkalischen Reaction.

B. Die Züchtung der Bakterien mittels der im vorhergehenden geschilderten Nährböden.

Zur Isolirung der Bakterien aus einem Gemisch standen sich ursprünglich zwei Methoden gegenüber, die zum Verständnis der heute üblichen Methoden eine kurze Besprechung erheischen.

1. Die *Pasteur*'sche Verdünnungsmethode beruht darauf, dass in einer zahlreiche verschiedene Keime enthaltenden Flüssigkeit durch weitgehende Verdünnungen es schliesslich erreicht wird, daß nur ein Keim in einem bestimmten Flüssigkeitsquantum enthalten ist, der alsdann den Ausgang einer Reincultur bildet. Die Umständlichkeit des Verfahrens und die Gefahr der Luftinfection bei einer derartigen Methode ist ohne weiteres verständlich.

2. Die ursprüngliche *Koch*'sche Methode der Objectträger-Cultur beruht darauf, dass man über einen mit Gelatine bestrichenen Objectträger mittels einer inficirten Platinnadel parallele Striche zieht. Von Strich zu Strich wird die Menge des Materials, das an der Gelatine haften bleibt, geringer und schliesslich kommen vereinzelte Keime an getrennten Stellen getrennt zur Entwicklung. Die Consistenz der Gelatine macht eine Vermischung wie bei Bouillonculturen unmöglich. Eine Gefahr der Luftinfection ist weit geringer, da eventuell auffallende Keime am Ort ihres Haftens wiederum isolirt zur Entwicklung kommen.

Eine Vereinigung dieser beiden Methoden schuf *Koch* in dem heute üblichen Plattenverfahren.

Er impfte die verflüssigte Gelatine bereits vor dem Ausgiessen und hatte auf diese Weise die Möglichkeit, die Vorzüge der beiden vorliegenden Verfahren zu vereinigen. Das Plattenverfahren nach *Koch* gestaltet sich in der heute gebräuchlichen Modification im einzelnen wie folgt:

Es wird ein Röhrchen von flüssiger Gelatine mittels ausgeglühter Platinöse mit dem Material geimpft. Hierbei hält man das Röhrchen

zwischen Daumen und Zeigefinger der linken Hand mit dem Kuppenende, während die Oeffnung auf Kleinfinger- und Ringfingerspitze ruht, zieht mit der andern Hand den Wattepfropf heraus, inficirt nun mit der schreibfederähnlich gefassten Platinöse und vertheilt das Material in der Gelatine durch leichtes Heben, Senken und Drehen des Röhrchens. Parallel dem ersten Röhrchen wird nunmehr ein zweites Röhrchen gehalten und in dieses werden einige Oesen der inficirten Gelatine der ersten Röhre übertragen. In gleicher Weise impft man nach Vertheilung des Impfmaterials in der Gelatine aus dem zweiten Röhrchen ein drittes und eventuell ein viertes, falls das Ausgangsmaterial sehr keimhaltig war. Die auf diese Weise mit absteigenden Quantitäten von Bakterien inficirten Gelatinemengen werden in flache Doppelschalen ausgegossen, zur Erstarrung gebracht und in den Brutschrank gestellt.

Statt der das Verfahren sehr vereinfachenden Doppelschalen benutzte *Koch* ursprünglich Glasplatten, bei denen es beim Ausgiessen der Gelatine eines besonderen Nivellierapparates bedurfte.

Von den zahlreichen Modificationen des Plattenverfahrens sei nur die Methode von *v. Esmarch* erwähnt. Er goss die inficirten Gelatineröhrchen nicht aus, sondern rollte den Inhalt, nachdem die Röhrchen über dem Wattepfropf mit einer festschliessenden Gummikappe versehen waren, längs den Wänden des horizontal gehaltenen Röhrchens in Eiswasser aus, um die Gelatine zu erstarren (Rollröhrchen).

Agarplatten.

Da Agar sehr schnell erstarrt, so würde ein der Gelatineplattenmethode analoges Verfahren Schwierigkeiten bereiten. Man inficirt daher das Agar erst nach dem Ausgiessen in Schalen und dem Erstarren, ähnlich wie die *Koch*'schen Objectträgerculturen. Das Material wird mit einer Platinöse oder mit einem sterilen Pinsel über die ganze Fläche der Agarplatte hingestrichen. Man hat darauf zu achten, dass Agarplatten nicht zu frisch zur Benützung kommen, da das reichliche Condenswasser sonst über die Platten hinfliesst und die Keimtrennung hindert.

Man stellt daher zweckmässig die Platten vor der Impfung für einige Zeit offen umgekehrt in den Brutschrank, damit das Condenswasser verdunstet.

Züchtung bei constanter Temperatur.

Zum Auskeimen verlangen die Bakterien eine bestimmte, optimale Temperatur, die für die pathogenen Arten etwa 37° beträgt. Um dieselbe constant zur Einwirkung zu bringen, werden die Platten daher in Thermostaten aufgestellt. Es sind dieses doppelwandige, mit Wasser gefüllte Blechkasten mit einem schlechten Wärmeleiter umgeben, die von unten durch eine Flamme geheizt werden und mittels eines in dem Wasser zwischen den Wänden stehenden Thermoregulators auf eine constante Temperatur eingestellt sind. Der Thermoregulator (Fig. 89) besteht im Princip aus einem unten geschlossenen Glasrohr, das zum Theil mit Quecksilber gefüllt ist und in das das Gaszuleitungsrohr, das am unteren Ende schlitzförmig ausgeschnitten ist, hineinragt. Beim Erwärmen dehnt sich das Quecksilber aus und schliesst selbstthätig mehr oder weniger die Gaszufuhr ab.

In einer bestimmten Zeit, die für die einzelnen Bakterienarten schwankend ist, im Durchschnitt bei 37° 12—24 Stunden beträgt, ist auf den eingestellten Platten ein sichtbares Wachsthum erfolgt. Man nimmt alsdann die Platten aus dem Brutschrank und betrachtet bei schwacher Vergrösserung und mittels enggestellter Blende die verschiedenen, zur Auskeimung gelangten Colonien. Von möglichst isolirt liegenden werden mittels ausgeglühter Platinnadel unter steter Controle des Mikroskops geringe Mengen entnommen und auf schrägerstarrte Agarröhrchen (Strichcultur) und in geradeerstarrte Gelatine- oder Agarröhrchen (Stichcultur) eingeimpft. Auf diese Weise erhält man, falls man sicher nur von einer isolirten Colonie abgeimpft hat, eine Reincultur der betreffenden Art.

Fig. 89.



Thermoregulator.
a Gaszuleitungsrohr, b Quecksilberreservoir.

Züchtung der Anaëroben.

Bei den seither besprochenen Methoden der Bakterienzüchtung handelte es sich um Bakterien, die auf eine gewisse hohe Sauerstoffspannung eingestellt sind, bei denen der ungehinderte Luftzutritt nichts schadet. Es giebt jedoch auch Arten, die nur in sauerstofffreier Atmosphäre gedeihen vermögen, die Anaëroben. Um sie zu züchten, muss der Sauerstoff sowohl aus dem Nährmedium wie aus der darüber befindlichen Atmosphäre entfernt sein und der Zutritt von Luft ausgeschlossen werden.

Die Befreiung des Nährmediums von Sauerstoff geschieht durch Auskochen. Empfehlenswerth ist für die Züchtung der Anaëroben ein Zusatz reducirender Substanzen zu dem Nährmedium, wie Zucker, ameisensaures Natron (0,5%), indigschwefelsaures Natron (0,1%), Schwefelalkali (einige Tropfen einer 10%igen Na_2S auf 10 Ccm. Bouillon oder Agar).

Der Hinzutritt der Luft lässt sich verhindern, indem man den Luftzutritt beschränkt oder die Luft austreibt oder den Luftsauerstoff durch chemische Mittel absorbirt.

Die Beschränkung des Luftzutritts erzielte *Koch* ursprünglich dadurch, dass er über die geimpften Gelatineplatten Glimmer- oder Marienglasscheiben legte. Einfacher gelingt es durch Ueberschichtung der inficirten Platten mit sterilem Nährmedium oder durch Stichcultur in hoher Schicht des Nährmediums, wo eventuell auch ohne nochmalige Ueberschichtung namentlich in den tieferen Partien des Stichcanals genügend anaërobe Verhältnisse vorhanden sind.

Die Verdrängung der Luft kann entweder durch Austreiben und Züchtung im Vacuum oder durch Verdrängung der Luft durch ein anderes indifferentes Gas erfolgen.

Das Absaugen der Luft zur Züchtung im Vacuum geschieht mittels einer Luftpumpe. *Gruber* benutzte mit Nährmedium gefüllte und inficirte Reagensgläser, die in dem oberen Drittel capillar ausgezogen

waren und an ihrer Oeffnung mit einem durchbohrten Gummipfropfen verschlossen wurden, der mittels eines durch seine Bohrung gesteckten Glasrohres mit der Luftpumpe in Verbindung stand. Nach Auspumpen der Luft wurde an der verengten Stelle abgeschmolzen.

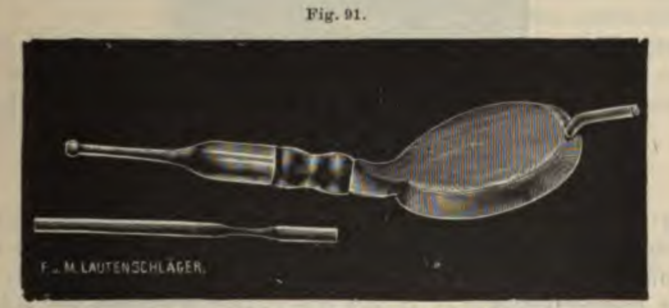
Verdrängung der Luft durch Wasserstoff: Zur Verdrängung der Luft benutzt man im übrigen allgemein den indifferenten Wasserstoff, der in einem *Kipp*'schen Apparat erzeugt und vorher zur

Fig. 90.



Befreiung von Säureresten und Sauerstoff durch Jodjodkali- und Pyrogallussäure geleitet wird. Die Verdrängung der Luft findet bei den sehr zahlreichen, zu diesem Zweck angegebenen Apparaten im Princip in der Weise statt, dass durch eine Oeffnung des Culturgefässes oder des

Fig. 91.



Platte zur Anaërobenzüchtung nach *Kitasato*.

luftdicht abgeschlossenen Raumes, in dem sich die Culturgefässe befinden, der Wasserstoff eingeleitet wird und an einer anderen Stelle wieder austritt, wobei er die Luft hinausdrängt. Nach vollständiger Verdrängung der Luft werden Zu- und Ableitungsstelle luftdicht verschlossen.

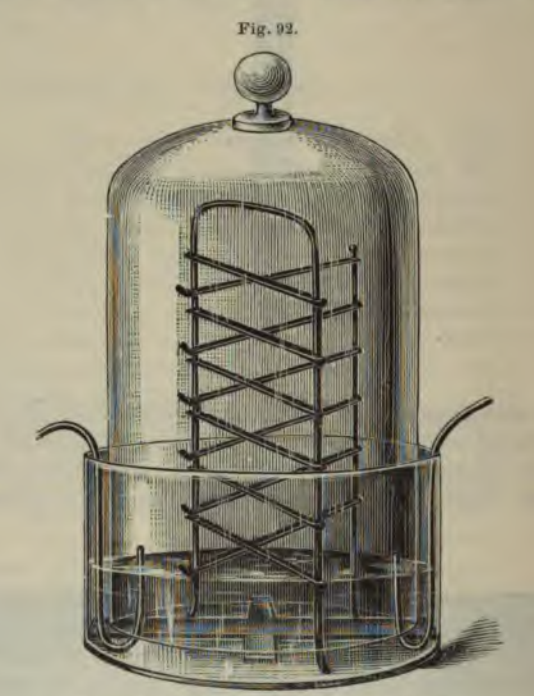
Ein einfaches Verfahren, um inficirte Culturröhrchen auf diese Weise von Sauerstoff zu befreien, beruht darauf, dass man in die Oeffnung des Röhrchens (Fig. 90) einen doppeltdurchbohrten Gummi-

pfropfen steckt, durch den ein nach aussen rechtwinklig gebogenes Glasrohr bis an den Boden des Gefässes reicht, während ein zweites rechtwinkeliges Rohr unterhalb des Pfropfens endet.

Durch das erstere Rohr wird Wasserstoff zugeleitet, der die Luft durch das kürzere Rohr austreibt. Ist die Luft völlig entfernt, so werden beide Röhren an einer verengten Stelle abgeschmolzen.

In ganz analoger Weise geschieht die Durchleitung durch Platten, die zu diesem Zweck besonders construirt sind. *Kitasato* benutzte flache birnenförmige Gefässe (Fig. 91) mit einer weiten und einer engen Oeffnung. An der weiteren Oeffnung erfolgt das Einfüllen des inficirten Nährbodens und die Einleitung des Wasserstoffs.

Fig. 92.



Apparat zur Anaërobenzüchtung nach *Botkin*.

Um Serien von Platten unter Wasserstoff zu züchten, müssen sie in einem luftdichten Raum unter Wasserstoffatmosphäre gebracht werden. Der zu diesem Zweck construirte Apparat von *Botkin* (Fig. 92) besteht aus einer weiten Glasschale, in die die inficirten Platten auf ein Gestell gebracht werden, darüber kommt eine auf einem Bleikreuz ruhende Glasglocke, die mittels flüssigen Paraffins gegen die Schale abgedichtet ist. Das Gas wird mittels eines U-förmig gebogenen Schlauches* unter der Paraffindichtung hindurch in die Glocke eingeführt und an der entgegengesetzten Seite auf die gleiche Art abgeleitet.

Absorption des Sauerstoffs: Statt die Luft auszutreiben und durch ein anderes Gas zu ersetzen, kann man auch den allein für das

* Der Schlauch erhält durch einen eingelegten Metalldraht die gewünschte Form.

Wachsthum der Anaëroben hinderlichen Bestandtheil der Luft den Sauerstoff durch chemische Mittel absorbiren und die Bakterien in der bleibenden Stickstoffatmosphäre züchten. *Buchner*, der dies Verfahren zuerst benutzte, brachte die inficirten Röhrchen auf ein Drahtgestell in ein grösseres reagensglasähnliches Gefäss (Fig. 93), auf dessen Boden 1 Grm. Pyrogallussäure sich befand. Dazu wurde mittels einer Pipette 1 Ccm. einer $^1/_{10}$ %igen Kalilauge gefügt und der Apparat mittels eines Gummipfropfens luftdicht verschlossen; eventuell noch Abdichtung durch Paraffin. Durch die alkalische Pyrogallussäure wird der Sauerstoff absorbirt. Bei diesem Verfahren steht ein relativ grosser Luftinhalt einer nur geringen absorbirenden Fläche gegenüber, weshalb *Slupski* für Agarplatten einen Apparat construirte, bei dem das Verhältnis der absorbirenden Fläche zum Luftinhalt ein günstigeres ist (Fig. 94). Die geimpfte Agarschale kommt auf einen Dreifuss in einer grossen Schale, auf deren Boden sich ein Gefäss mit alkalischer Pyrogallussäure befindet. Ueber das Ganze wird eine Glasglocke mit aufgeschliffenem Rand gestülpt, die mit Paraffin abgedichtet wird.

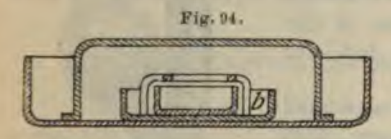
Fig. 93.



Pyrogallussäureapparat zur Anaërobenzüchtung nach *Buchner*.

Hammerl benutzte zur Plattenzüchtung Petrischalen mit gut aufgeschliffenem Deckel, in dessen Innenseite eine mit alkalischer Pyrogallussäure getränkte Scheibe aus dickem porösen Papierstoff angeheftet ist. Verschluss des Ganzen durch ein Gummiband.

Fig. 94.



Apparat nach *Slupski*.

Um Anaëroben im hängenden Tropfen in sauerstofffreier Atmosphäre zu beobachten, bringt man an eine Stelle des Ausschliffs einen Tropfen Pyrogallussäure und an einer benachbarten Stelle etwas Kalilauge, legt das Deckglas mit dem hängenden Tropfen über und bringt die Tropfen von Pyrogallussäure und Kalilauge zum Zusammenfliessen, ohne dass dadurch der hängende Tropfen berührt wird.

Fig. 95.



Hohlgeschliffener Objectträger für Anaëroben nach *Braatz*.

Braatz construirte einen besonderen Objectträger, dessen Ausschliff mit einem mit alkalischer Pyrogallussäure gefüllten Gefäss communicirt (Fig. 95).

Die Brütung und Züchtung in Reincultur erfolgt nach analogen Principien, wie sie bei Aërobenculturen geschildert ist.

III. Capitel.
Methoden zum Nachweis von Lebensäusserungen der Bakterien.

Ist mit den geschilderten Methoden die Züchtung der Reincultur geglückt, so ist immer noch nicht die bakteriologische Diagnose abgeschlossen. Es gilt vielmehr jetzt grade erst mittels der Reincultur, die man in Händen hat, die Art einwandsfrei zu diagnosticiren. Dazu benutzt man die Lebensäusserung der Bakterien, vor allem die Eigenschaft, in dem Nährboden gewisse chemische Stoffe zu bilden, deren Nachweis im Folgenden besprochen werden soll.

Nachweis der Bildung chemischer Stoffe durch Bakterien.

Eine grosse Reihe von Bakterien hat die Eigenschaft, peptonisirende Fermente zu bilden, ein Vermögen, das einer grossen andern Gruppe von Bakterien vollständig abgeht. Diese Eigenschaft äussert sich in der Fähigkeit, Gelatine zu verflüssigen. Die Gelatine, bekanntlich ein Eiweisskörper, wird durch das peptonisirende Ferment, das die Bakterien ausscheiden, gelöst.

Fig. 96.



Gährungskolben.

Zum Nachweis der Fähigkeit, Zucker zu spalten und Kohlensäure zu bilden, impft man die betreffende Bakterienart in zuckerhaltige Bouillon, die sich in einem Gährungskölbchen (Fig. 96) befindet.

Der Nachweis von Schwefelwasserstoff geschieht mittels Bleipapiers, das in das Culturgefäss hineingebracht wird und bei der Bildung von H_2S sich schwärzt.

Wichtig ist ferner der Nachweis von der Bildung von Säure oder Alkali aus dem Nährboden. Zu dem Zweck setzt man dem genau neutralisirten Nährmedium Indicatoren zu, die den Umschlag der Reaction anzeigen.

Petruschky stellte hierfür eine Molke mit Lackmuslösung auf folgende Weise her:

Frische Milch wird bis zum Ausfallen des Caseins mit Salzsäure versetzt. Das Filtrat wird mit Natron- oder Sodalauge neutralisirt, 2 Stunden im Dampftopf gekocht, abermals filtrirt und auf genaue Neutralisation geprüft, mit 5% Lackmuslösung versetzt. In dieser neutralviolett gefärbten Flüssigkeit verursachen säurebildende Arten eine Roth-, alkalibildende eine Blaufärbung. *Beijerinck* benutzte zum Nachweis der Säurebildung die Fähigkeit derartiger Bakterien, Carbonate zur Lösung zu bringen. Ein Decoct von 20 Grm. Hefe auf 100 Ccm. Leitungswasser wird mit 8 Grm. Gelatine oder $^3/_4$ Grm. Agar und 3—10 Grm. Zucker versetzt, aufgekocht, filtrirt und mit einigen Tropfen einer Schlemmkreidesuspension versetzt. Ausgiessen zu Platten und Inficirung. Säurebildende Arten hellen den Nährboden durch Lösung des Carbonats auf.

In gleicher Weise wie Nachweis von Säure und Alkali geschieht der Nachweis des Reductionsvermögens durch Farbezusatz. Man

benutzt dabei solche Farben, die 1. in den anzuwendenden Verdünnungen ungiftig sind, 2. Oxydationsstufen darstellen und 3. die Eigenschaft haben, durch Reduction ein farbloses Leukoproduct *(Küpe)* zu bilden, das 4. leicht reoxydabel ist. Der Farbstoff wird erst den fertigen Nährböden zugesetzt, da er sonst bei der hohen Temperatur, die für die Sterilisirung des Nährmediums erforderlich ist, sich reduciren würde. Von Farbstoffen, die durch reducirende Bakterienarten entfärbt werden, finden in der bakteriologischen Technik vor Allem Verwendung:

Methylenblau, 10 Ccm. einer 1‰igen Lösung auf 1 Liter Agar, Lackmus, 10 Ccm. concentrirter Lackmuslösung auf 1 Liter Agar, Neutralroth 10 Ccm. einer 1% Lösung.

Alle diese Farbstoffe werden durch reducirende Bakterien entfärbt.

Wichtig für die Identificirung mancher Bakterienarten ist der Nachweis der Bildung von Nitrosindol. Zum Nachweis der Indolbildung ist Zusatz von 1 Ccm. schwacher Kaliumnitritlösung und einiger Tropfen Schwefelsäure zu 10 Cm. einer 24 Stunden alten Peptonbouilloncultur erforderlich. Nitrite bilden in Gegenwart von Säure mit Indol einen rothen Farbstoff, das Nitrosindol. Das Indol wird von den Bakterien ausschliesslich aus dem Pepton gebildet. Manche Bakterien haben nun die Eigenschaften, geringe Nitratmengen, die sich in dem Nährboden vorfinden, zu Nitrit zu reduciren, so dass man in derartigen Culturen auch ohne Zusatz von Nitritlösung die Reaction anstellen kann. Es ist jedoch bei Ausführung der Reaction in diesem Falle darauf zu achten, dass man nitritfreie Säure benutzt. Bei schwacher Reaction ist die Ausfüllung des Farbstoffes durch Amylalkohol erforderlich.

IV. Capitel. Methoden der Thierversuche.

Gerade für die Identificirung pathogener Bakterien ist das Thierexperiment in vielen Fällen unerlässlich. Hierbei sollte eigentlich der natürliche Infectionsmodus stets nachgeahmt werden, jedoch ist dies in praxi nur schwer durchführbar und auch keineswegs unbedingt erforderlich. In der Regel wird man sich mit einer subcutanen Impfung oder der Impfung in die Blutbahn oder in eine der grossen Körperhöhlen begnügen. Doch sollen auch die übrigen Infectionsmodi hier eine kurze Besprechung finden.

Bei der Impfung unter die Haut benutzt man, wenn es sich um Flüssigkeiten handelt, eine Pravazspritze und vertheilt nach der Injection das Material durch Massage im Unterhautzellengewebe. Bei Einbringen von festem Material legt man eine Hauttasche an, in die man das Impfmaterial hineinbringt; eventuell Abschluss der Wunde durch Collodium oder Naht.

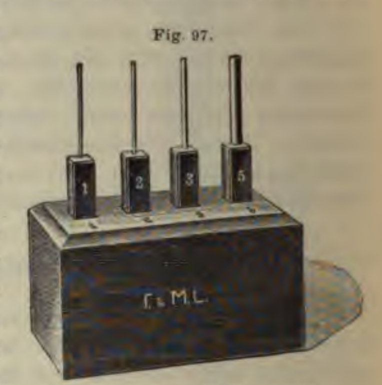
Die Impfung in die grossen Körperhöhlen, Bauchhöhle und Brusthöhle geschieht, nachdem man vorher die Haut etwas eingeschnitten hat, mittels einer mit stumpfer Canüle armirten Spitze, um Verletzungen des Darmes bezw. der Lunge zu vermeiden. Als die Impfung in die Blutbahn erfolgt bei Kaninchen in die äussere Randvene des Ohres, die vorher oberflächlich freigelegt ist. Bei grösseren Thieren kann man durch Druck am Hals die Vena jugularis zur Anschwellung bringen und die Canüle an einer vorher desinficirten oder kauterisirten Stelle direct einführen.

Die Infection vom Intestinaltractus aus geschieht auf die Weise, dass man die Bakterien unter das Futter mischt oder das Bakterienmaterial in ausgehöhlte Würfel aus Kartoffel oder dergleichen bringt, dieselben wieder verschliesst und den Thieren auf den hinteren Theil der Zunge legt, von wo sie ungetheilt verschluckt werden können. Eventuell ist zum Zustandekommen der Infection eine vorherige Neutralisation des Magensaftes nöthig und Darreichung einer geringen Dosis Opiumtinctur, um die Peristaltik zu lähmen.

Seltener wird man den Modus der Infection durch die Lunge wählen. Man bringt zu dem Zweck das Thier in einen luftdicht abgeschlossenen Behälter, in dem das bakterienhaltige Material versprayt wird. Unter Umständen empfiehlt sich statt der Infection durch Inhalation directe Einbringung des Materials in die freigelegte Trachea mittels Spritze.

Die Impfung in die vordere Augenkammer ermöglicht es, den sich entwickelnden Krankheitsprocess ständig zu verfolgen. Die Impfung wird am besten in den cocainisirten Augapfel vorgenommen. Das Auge wird nach unten gedreht, dann geht man am oberen äusseren Rand der Cornea mit einer Lanzette ein, deren Spitze während des Zurückziehens gegen die Hornhaut gehalten werden muss, um ein Irisprolaps zu vermeiden. Durch die gesetzte Oeffnung wird das Impfmaterial eingeführt.

Fig. 97.



Oesenmassstäbe nach *Czaplewski*.

Die Grösse der zur Tödtung nothwendigen Dosis gibt einen Massstab für die Pathogenität der Bakterienart, der die Dosis umgekehrt proportional ist. Um bei zu vergleichenden Versuchen stets mit der gleichen Bakterienmenge zu inficiren, benutzt man zur Entnahme von der Agaroberfläche stets eine bestimmte Oese („Normalöse"), die man in stets gleicher Weise mit Bakterien belädt. Durch Einschwemmung des Bakterienmaterials in abgemessene Mengen steriler Flüssigkeiten und Entnahme eines aliquoten Theils lassen sich die kleinsten Dosen von Bakterienmengen annähernd gleichmässig gewinnen.

Um Oesen von constanter Grösse anzufertigen, empfiehlt *Czaplewski* einen Satz von verschieden dicken Oesenmassstäben (Fig. 97).

Neben dem diagnostischen Werth kommt dem Thierexperiment auch eine Bedeutung für die Reinzüchtung zu, indem eine pathogene Art bei der Verimpfung eines Gemisches von Bakterien ausschliesslich oder doch überwiegend zur Entwicklung gelangt.

Methode der Thiersection: Zur Section, die möglichst bald nach dem Tode des Thieres vorgenommen werden soll, damit eine Secundärininfection des Cadavers vermieden wird, wird das Thier auf dem Rücken liegend auf ein Brett aufgespannt, die Haut in der Mittellinie abgeschoren oder doch wenigstens mit Sublimat benetzt, von der Symphyse bis zum Manubrium sterni durchtrennt und nach beiden Seiten zurückgeschlagen. Von eventuell vorhandenen Abscessen etc. werden Culturen angelegt. Alsdann wird die freiliegende Bauchdecke nachdem

sie nochmals mit Sublimat abgetupft ist, um eventuell aufliegende Haare zu entfernen, gleichfalls in der Mittellinie durchtrennt. Aus dem event. vorhandenen Peritonealexsudat werden Culturen und mikroskopische Präparate angelegt. Danach werden die einzelnen Organe mit sterilen Instrumenten herausgenommen und in sterile Schalen gebracht. In analoger Weise verfährt man mit dem Inhalt der Brusthöhle, nachdem dieselbe eröffnet ist. Das Herz wird mit einem sterilen Messer oder einem ausgeglühten Platindraht angestochen und ein heraustretender Blutstropfen zur Aussaat und mikroskopischen Untersuchung verarbeitet. Nach Beendigung der Section werden die Organe mit sterilen Messern angeschnitten und aus dem Innern besonders von schon makroskopisch veränderten Stellen werden geringe Mengen mittels Platindraht zur Aussaat und zu mikroskopischen Präparaten entnommen.

Zur histologischen Untersuchung werden Gewebsstückchen in Fixirungsflüssigkeit eingelegt. Der Cadaver wird verbrannt.

V. Capitel. Methoden der specifischen Serumreactionen.

Die specifische Serumreaction wird an dieser Stelle nur vom rein bakteriologischen Standpunkt, d. h. nur insoweit behandelt, als es sich um die Identificirung einer zu bestimmenden Bakterienart mittels eines bekannten Immunserums handelt.

Ueber die Serumreaction von klinischem Standpunkt, i. e. die Identificirung der specifischen Agglutinine eines Serums vermittels einer bekannten Bakterienkultur vergl. den speciellen Theil unter Typhus u. s. w.

Für die Feststellung einer Bakterienart bilden die specifischen Immunitätsreactionen der Agglutination und der Bakteriolyse gewissermassen die letzte Instanz. Die Methoden zur Anstellung dieser Probe umfassen:

1. die Darstellung des Vaccins und seine Verimpfung,
2. die Gewinnung des Immunserums*,
3. die Bestimmung des Titers für Agglutination und Bakteriolyse,
4. Identificirung einer Bakterienart mit Hilfe des titrirten Immunserums.

Als Vaccin dient eine geringe Menge, circa eine Oese einer, bekannten Cultur, die in Kochsalzlösung aufgeschwemmt, im Thermostaten oder Wasserbad bei 60° abgetötet wird (Dauer der Abtödtung circa 2 Stunden). Diese Dosis wird einem Kaninchen in die Ohrvene gespritzt. Mehrmalige Wiederholung der Impfung mit steigender Dosis ist zur Gewinnung eines hochwirksamen Serums erforderlich. Acht Tage nach der letzten Impfung Blutentnahme aus der Carotis. Das nach 24 Stunden auf Eis abgeschiedene Serum wird mit $^1/_2$ % Phenol versetzt und in wohlverkorkten Flaschen im Dunkeln aufbewahrt, nachdem vorher der Werth des Serums für die Agglutination und Bakteriolyse bestimmt ist.

Zur Bestimmung des Agglutinationswerthes stellt man fortschreitende Verdünnung des Immunserums her und versetzt in Reagensgläsern je 1 Ccm. dieser Verdünnungen mit je einer Oese einer 24stündigen Agarcultur, die man sorgfältig an der Grenze des Flüssigkeits-

* Es empfiehlt sich, in jedem Fall, wo es möglich ist, ein Immunserum sich durch den Thierversuch herzustellen, da dieses in der Regel wirksamer ist, auch in grösseren Mengen zur Verfügung steht, als eventuell vom Patienten gewonnenes Serum.

niveaus an der Innenwand des Reagensglases verreibt und dann in die Flüssigkeit hinunterspült. Nach 1—2stündigem Verweilen der Röhrchen im Brutschrank bei 37° wird makroskopisch auf Klümpchenbildung untersucht. Es gilt, die stärkste Verdünnung des Serums zu ermitteln, bei der noch Agglutination eintritt.

Der Grad der bakteriolytischen Fähigkeit eines Serums wird durch den Thierversuch mittels einer von *R. Pfeiffer* angegebenen Versuchsanordnung bestimmt. Voraussetzung für diese Reaction ist, dass die zur Verwendung kommende Bakterienart eine gewisse Virulenz besitzt, die mindestens bei intraperitonealer Verimpfung eine Oese betragen muss. Es werden Meerschweinchen von gleichem Gewicht abgestufte Mengen Immunserums in 1 Ccm. Kochsalzlösung mit je einer Oese der entsprechenden Bakteriencultur in die Bauchhöhle injicirt. Nach den Injectionen wird sogleich bei den Thieren eine Spur des Exsudats mittels Glascapillaren entnommen. Das Vorhandensein von Bakterien in der Exsudatflüssigkeit giebt dafür Gewähr, dass die Injectionsmassen in die freie Peritonealhöhle und nicht in den Darm gelangten. Von Zeit zu Zeit werden sodann weitere Exsudatproben entnommen. War die Menge des Serums eine ausreichende, so beachtet man mikroskopisch in den Exsudatproben eine Einschmelzung der Bakterien zu Kügelchen und schliesslich eine vollständige Auflösung derselben. Ist die Menge des Immunserums unzureichend, so findet eine starke Vermehrung der Bakterien statt, die schliesslich zum Exitus des Versuchsthieres führt. Die geringste, noch schützende Dose stellt den Titer des Serums dar.

Zur Identificirung einer Cultur durch Immunserum wird nun mittels eines Serums, das durch Immunisirung mit einer der vermutheten identischen Bakterienart gewonnen ist, sowohl die Agglutinationsprobe wie der *Pfeiffer*'sche Versuch angestellt. Das Immunserum muss, wenn anders die zu bestimmende Bakterienart mit der zur Immunisirung und Prüfung des Serums benutzten identisch ist, diese in hohem Grade agglutiniren und — die annähernd gleiche Virulenz vorausgesetzt — etwa den gleichen Schutzwerth derselben gegenüber besitzen. Natürlich lässt sich die bakteriolytische Probe nur mit virulenten Bakterienarten anstellen. Es ist nun darauf Rücksicht zu nehmen, dass gerade hochvirulente Bakterien sich gegenüber der agglutinirenden Substanz des Serums sehr widerstandsfähig erweisen, so dass in diesen Fällen die Anstellung des *Pfeiffer*'schen Phänomens, um Irrthümer zu vermeiden, unerlässlich ist. Da auch das Normalserum verschiedener Thierspecies gegenüber einzelnen Bakterienarten eine nicht unbeträchtliche Schutzkraft besitzt, so nimmt man zu dem *Pfeiffer*'schen Versuch zwei Thiere von gleichem Gewicht; das eine erhält eine dem Titer annähernd entsprechende (etwas höhere) Dosis des Immunserums plus einer Oese Cultur auf 1 Ccm. Flüssigkeit intraperitoneal; das andere Thier erhält die gleiche Culturmenge plus dem 10fachen Multiplum eines Normalserums der gleichen Thierspecies. Bei ersterem Thier muss vollständige Bakteriolyse eintreten, beim anderen eine rapide Vermehrung der Bakterien. Die Beobachtung geschieht wie bei der Titerbestimmung angegeben.

Die bakteriologische Untersuchung der Fäces.

Von Prof. Dr. W. Kolle.

Allgemeines.

In den Fäces des Menschen können verschiedene Krankheitserreger auftreten, durch deren Auffindung die Diagnose der betreffenden Krankheit gesichert werden kann. Unter Umständen ist der Nachweis der specifischen Krankheitserreger die einzige Möglichkeit, eine sichere Diagnose dahin zu stellen, ob die betreffende Krankheit vorliegt oder nicht. Ehe wir auf die Methoden des Nachweises der pathogenen Mikroorganismen eingehen, ist es nothwendig, kurz eine Beschreibung der normalen Fäces vom bakteriologischen Standpunkte aus zu geben.

Verfertigt man aus den Stuhlentleerungen eines gesunden Menschen ein mikroskopisches Präparat, sei es gefärbt oder ungefärbt, so findet man darin neben den verschiedensten zelligen Elementen, Resten der verschiedenen Nahrungsmittel, deren Beschreibung in dem Abschnitt „Mikroskopie der Fäces" gegeben worden ist, eine grosse Menge der verschiedenartigsten Mikroorganismen. Im ungefärbten Präparate findet man neben überwiegend unbeweglichen Bakterien eine Anzahl beweglicher Mikroorganismen, meist Stäbchen. Das gefärbte Präparat zeigt ein buntes Formengemisch. Neben zahlreichen kurzen und längeren Stäbchen werden grössere und kleinere Kokken gefunden, meist Diplokokken. Daneben finden sich sporentragende Bakterien, Hefezellen und feinste Spirillen, welche die grösste Aehnlichkeit mit den in der Mundhöhle, namentlich in hohlen Zähnen gefundenen Spirillen haben. Schon vor längerer Zeit ist der Versuch gemacht worden, diese Flora des normalen Darmes genauer mit Rücksicht auf die Beziehungen zwischen Art der Ernährung, Menge der eingeführten Speisen, Verdauung und Function des Magens und Darmes und der Leber etc. festzustellen. Der erste derartige Versuch wurde von *Bienstock* gemacht, muss indessen als ziemlich resultatlos bezeichnet werden, weil die Methodik eine mangelhafte war. Ein systematisches Studium der Mikroorganismenflora der normalen Fäces wurde durch die Untersuchungen *R. Koch's* über die Aetiologie der wichtigsten ansteckenden Darmkrankheiten, der Cholera asiatica und des Typhus abdominalis eingeleitet. Auf Grund der beim Studium der Fäces bei diesen Krankheiten gewonnenen Resultate untersuchte dann *Escherich*

den normalen Säuglingsstuhl. *Escherich* konnte feststellen, dass die Untersuchung der Fäces von gesunden Brustkindern mittels der Gelatine- und Agarplattenmethode nur eine geringe Anzahl derjenigen Keime zur Entwicklung brachte, welche durch das mikroskopische Präparat nachgewiesen werden konnten. Während die Menge der in 1 Mgrm. feuchten Kothes im gefärbten Deckglaspräparat sichtbaren Keime nach *Eberle*, der auf Veranlassung von *Escherich* diese Untersuchungen vornahm, 35 Millionen Keime beträgt, ergab das Culturverfahren auf den gewöhnlichen Nährmedien unter aëroben Verhältnissen nur 3,5 Millionen Keime im Durchschnitt. Es entwickelten sich also nur circa 5 bis 10% der überhaupt in dem Stuhl enthaltenen Mikroorganismen und die mittels der Plattenmethode erhaltenen Keime bestanden in 90% aus einer Stäbchenart, welche als Bacterium coli commune *Escherich* bezeichnet wird. In dem normalen Säuglingsstuhl kommen neben dem Bacterium coli nur ganz wenige Keime des Bact. lactis aerogenes, des Bact. subtilis sowie spärliche Kokken zur Entwicklung. Wie spätere Untersuchungen, namentlich von *Klein* u. a., ergeben haben, ist beim Erwachsenen das Missverhältnis zwischen den mittels des mikroskopischen gefärbten Deckglaspräparates sichtbaren Keimen der normalen Stuhlentleerung und den mittels der Agar- und Gelatineplattenmethode isolirten Keime ein noch grösseres. Die Ursache dafür, dass nur so wenige der in den Stuhlentleerungen enthaltenen Keime sich auf den genannten Nährböden entwickeln, ist einmal die, dass viele anaërobe, d. h. nur bei Luftabschluss wachsende Keime im Darm vorhanden sind. Ein anderer Theil der Keime entwickelt sich nicht, weil die Reaction des Nährsubstrates ihm nicht zusagt, ein dritter Theil der mikroskopisch sichtbaren Keime endlich ist auf den bisher bekannten bakteriologischen Nährböden überhaupt nicht züchtbar. Zu diesen Keimen gehören z. B. die bereits erwähnten Spirillen, jene blass gefärbten Gebilde, welche sich vor allen Dingen in dem Darmschleim finden und vermehren. Während die Mehrzahl oder beinahe sämmtliche auf den Nährböden unter anaëroben Verhältnissen wachsenden Keime der Darmflora sich gegenüber der *Gram*'schen Färbung negativ verhalten, kommen unter aëroben Verhältnissen sowie auf sauren Nährböden erheblich mehr Keime zur Entwicklung, welche bei der *Gram*'schen Entfärbung die blaue Farbe zurückhalten (Fig. 98).

Die wichtigsten nicht pathogenen Bakterien, welche in den normalen Fäces vorkommen, sind: Bacterium coli, Bact. lactis aërogenes, Bact. subtilis, verschiedene Kokkenarten, einige anaërobe, wenig studirte Stäbchenarten, ferner Hefe, Schimmelpilze und Spirillen.

1. Bacterium coli. Unter diesem Namen werden mittelgrosse, bewegliche und unbewegliche Bakterien, welche keine Sporen bilden und sich nach *Gram* entfärben, auf den gewöhnlichen bakteriologischen Nährböden aërob sowie anaërob wachsen und auf Gelatine, ohne dieselbe zu verflüssigen, gedeihen, zusammengefasst. Die meisten Bakterien dieser Gruppe zeigen eine geringe oder gar keine Beweglichkeit. Die Beweglichkeit wird durch seitenständige Geisseln bedingt. Bei der Feststellung des Begriffes beweglich muss man besonders darauf achten, dass eine wirkliche Ortsbewegung der Mikroorganismen mindestens durch ein oder mehrere Gesichtsfelder des Mikroskops stattfindet. Bewegungen auf der Stelle können auch Molecularbewegungen

sein und sind es meist. Der Typus des Bacterium coli ist das von *Escherich* beschriebene Bact. coli commune, welches in dem normalen Koth von Brustkindern in grosser Menge vorkommt und von den auf den Nährböden entwicklungsfähigen Keimen bei diesen fast den einzigen Mikroorganismus darstellt. Die Zahl der Geisseln ist keine constante. Die hauptsächlichsten Eigenschaften, nach denen man die Zugehörigkeit eines Mikroorganismus zur Gruppe des Bacterium coli bestimmt, sind biologische Eigenschaften, welche bei der Züchtung auf den verschiedenen Nährböden beobachtet werden. Hierher gehören in erster Linie das Vermögen, Zuckerarten durch Gährung unter Gasbildung zu zersetzen, ferner die Fähigkeit, aus eiweissartigen Körpern Indol ab-

Fig. 98.



Deckglasausstrich aus normalen Fäces, gefärbt nach *Gram*, Gegenfärbung Fuchsin, überwiegend Bact. coli, daneben Kokken, Hefezellen und feine Spirillen.

zuspalten, die Milch beim Wachsthum in derselben durch Erzeugung von Fermenten zur Gerinnung zu bringen und endlich diejenige, die verschiedensten Substanzen, welche dem Nährboden zugesetzt waren, zu reduciren. Diese letztere Eigenschaft wird häufig zu diagnostischen Massnahmen benutzt, zur Differenzirung dieser Gruppe von ihr nahestehenden, worauf unten näher eingegangen wird. Die Bildung von Säuren, namentlich in zuckerhaltigen Nährböden, bildet ein gemeinsames Artcharakteristicum aller in diese Gruppe gehörenden Bakterien. Am deutlichsten tritt dasselbe hervor in der *Petruschky*'schen Lackmusmolke, auf dem Neutralrothagar und auf dem Lackmus-Milch-Zuckeragar. Die meisten Bakterien dieser Gruppe besitzen auch bei Einverleibung in Thiere, namentlich bei intraperitonealer Injection, wenn

genügend grosse Mengen der Culturmasse verwandt werden, eine nicht unerhebliche pathogene Wirkung.

Im allgemeinen sind die Eigenschaften der Bakterien dieser Gruppe, sowohl was die rein morphologischen wie die biologischen Kennzeichen anbetrifft, so wenig charakteristische, dass es sich nicht immer mit Sicherheit entscheiden lässt, ob es sich hier um scharf umschriebene Arten handelt, wenn Bacterium coli-Arten beschrieben werden, welche geringe Abweichungen von dem von *Escherich* zuerst festgelegten Typus darbieten. Es gilt dies vor allen Dingen für die Angaben, welche sich auf die Säurebildung beziehen, auf die Reductionsfähigkeit, auf das Vermögen, Indol in grösserer oder geringerer Menge zu bilden.

Die Differentialdiagnose der einzelnen Bakterienunterarten, welche unter dem Gruppennamen „Bacterium coli“ zusammengefasst werden, wird unter Umständen, wie sie für wissenschaftliche Untersuchungen in Betracht kommen, nur möglich sein durch Heranziehung aller bisher bekannten biologischen Merkmale, namentlich auch durch Agglutination und des bakteriolitischen Thierversuchs. Für die Fälle der Praxis, namentlich was die Diagnose anbetrifft, wird es in den meisten Fällen allerdings genügen, wenn man sich an diejenigen Angaben hält, welche hier über die wichtigsten biologischen Reactionen gemacht worden sind, und stets im Auge behält, dass Bact. coli ein Gruppenname ist.

2. Bacterium lactis aërogenes. Unter dem Namen Bact. lactis aërogenes werden wie beim Bact. coli eine Anzahl einander nahestehender Arten zusammengefasst, welche vielleicht in Wirklichkeit nur eine einzige Art darstellen. Geringe Abweichungen in dem biologischen Verhalten haben zur Einführung von Unterarten geführt, für deren nähere Beschreibung indessen, was die Zwecke der Praxis anbetrifft, keine Nothwendigkeit besteht. Der wesentlichste Unterschied zwischen den Bakterien, welche zur Gruppe des Bact. aërogenes gehören, und den zur Gruppe des Bacterium coli gehörenden Mikroorganismen besteht darin, dass die Bakterien der ersteren Gruppe unbeweglich, die Bacterium coli-Arten dagegen beweglich sind. Das Bacterium aërogenes bildet keine Sporen, färbt sich nicht nach *Gram*, bringt die Milch zur Gerinnung unter Erzeugung von Milchsäure, zersetzt Zuckerarten unter reichlicher Gasentwicklung. Indol wird nicht gebildet in eiweisshaltigen Nährstoffen. Die Colonien in Gelatine sehen etwas mehr granulirt aus als diejenigen des Bacterium coli, welches glattere Colonien aufweist. Auf Agar sind die oberflächlichen Colonien knopfförmiger. Häufig lassen sich Kapseln bei den Bakterien nachweisen; das Wachsthum in Bouillon und auf Kartoffeln unterscheidet sich nicht von demjenigen des Bacterium coli. Gleich diesem ist es auch für Versuchsthiere in ähnlicher Weise pathogen wie das Bact. coli. Das anaërobe Wachsthum ist sehr gering; bei absolutem Sauerstoffabschluss findet keine Entwicklung mehr statt.

3. Bact. subtilis (Heubacillus). Ziemlich grosser Bacillus, mit abgerundeten Ecken, beweglich, bildet endständige Sporen, bildet in Gelatine unter Verflüssigung weissliche runde Colonien mit eigenartigem Strahlenkranz, auf der Agaroberfläche weisse dicke runde Colonien. In flüssigem Nährboden wird eine Kahmhaut gebildet.

Bac. proteus vulgaris. Kommt hauptsächlich in faulig zersetzten Fäces bei Darmatonie vor. Ausserordentlich bewegliche kleine Stäbchen mit vielen Geisseln, nach *Gram* nicht färbbar. Die Culturen wuchern ausserordentlich rasch in Gelatine und Agar, erstere verflüssigend und runde, strahlige Colonien bildend, dabei stinkende Stoffe er-

zeugend. In Nährböden wird Indol gebildet, in zuckerhaltigen Gährung erzeugt. Ist für Thiere pathogen. Auf Agaroberfläche entsteht ein schmieriger Belag.

Bac. faecalis alcaligenes. Bildet auf Lackmusnährböden Alkali, ist äusserst lebhaft beweglich, bringt die Milch zur Gerinnung und ist thierpathogen. Wird häufig in Fäces gefunden und irrthümlicherweise für den Typhusbacillus oder eine Bact. coli-Art gehalten.

4. Kokken. Es kommen sowohl Diplokokken und Staphylokokken wie Streptokokken vor, welche in Bouillon ganz kurze Ketten bilden und auch grösser sind als die Erysipel- und Eiterstreptokokken. Was die Staphylokokken betrifft, so kommen sowohl Staphylococci aurei wie albi vor. Es handelt sich dabei zum Theil um Staphylokokken, welche von einem specifischen Staphylokokkenserum agglutinirt und deshalb als den pathogenen Eiterkokken sehr nahestehend bezeichnet werden müssen, sowie um rein saprophytische Mikrokokken. Neben diesen aërob zur Entwicklung kommenden Kokken finden sich auch anaërob wachsende Kokken, welche mit der Fäulnis und Eiweisszersetzung in Verbindung stehen, in jedem Stuhl.

5. Anaërob wachsende Bakterien sind meist sporenhaltige Stäbchen, welche in festen Nährböden theils Gasentwicklung hervorbringen, theils nicht.

6. Hefezellen (Sprosspilze). In fast allen Fäces finden sich Hefezellen. Am häufigsten werden dieselben gefunden bei saurer Reaction der Stühle, fehlen aber auch nicht bei alkalischer. Dieselben sind nach der *Gram*'schen Färbemethode färbbar. Sie wachsen auf den meisten festen und flüssigen Nährböden.

7. Spirillen. Wenn man Schleimflocken, wie sie sich fast in jeder normalen Stuhlentleerung finden, im mikroskopischen Deckglaspräparate, das mit einer verdünnten Carbolfuchsin- oder alkalischen Methylenblaulösung gefärbt ist, betrachtet, so findet man feinste Spirillen, welche in ihrer Form und in ihrem Verhalten gegenüber den Farbstoffen (sie färben sich nur ganz zart, kaum mehr wie der Untergrund) denjenigen Spirillen gleichen, welche in der Mundhöhle, namentlich in cariösen Zähnen, gefunden werden. Diese Spirillen können, worauf mit Recht *M. Kirchner* besonders hingewiesen hat, für Ungeübte zur Verwechslung mit pathogenen Spaltpilzen Veranlassung geben. Ihre Züchtung ist bis jetzt trotz vielfacher dahingehender Versuche, wie sie namentlich von *Kutscher* ausgeführt sind, noch nicht gelungen. Sie finden sich besonders reichlich in diarrhoischen Stühlen, gleichgiltig welches die Ursache der Diarrhoe ist.

Bei den verschiedensten Darmerkrankungen ändert sich nun das Bild, wie es sich in den gefärbten mikroskopischen Präparaten oder bei den Züchtungsversuchen auf den gewöhnlichen alkalischen Nährböden, in Gelatine- und Agarplatten, bei Luftzutritt darbietet, ganz wesentlich. Am eingehendsten studirt sind diese Verhältnisse bei den Infectionskrankheiten, Cholera, Typhus, Dysenterie u. s. w.

Die Beziehungen zwischen der Bakterienflora des Darmes und den Störungen der Verdauung, der Darmfunction und bei nicht infectiösen Krankheiten der grossen Bauchdrüsen, Leber, Pankreas, sind bis jetzt, obwohl viel studirt, noch nicht so weit geklärt, dass man daraus irgend welche bindenden diagnostischen Schlüsse ziehen könnte, mit Ausnahme der Infectionskrankheiten Cholera, Typhus und Dysenterie. Es können zwar verschiedene Bakterienbefunde von einer gewissen diagnostischen

Bedeutung sein, so lässt z. B. das Vorkommen von zahlreichen Bacillen aus der Gruppe des Proteus vulgaris, wie sie das Züchtungsverfahren nachweisen kann, auf Fäulnisvorgänge, welche namentlich in den unteren Dickdarmabschnitten vorkommen, schliessen. Irgend welche Rückschlüsse auf die Ursache einer derartigen Eiweisszersetzung lassen sich allerdings aus diesem Bakterienbefund nicht machen. Es muss die chemische und mikroskopische Untersuchung herangezogen werden, um festzustellen, ob es sich um eine mangelhafte Verdauung des Eiweisses handelt, das infolgedessen im Dünndarm nicht resorbirt werden kann, oder ob gegebenen Falles eine mangelhafte Beschaffenheit der Galle vorliegt. Bekanntlich besitzt die Galle nicht unerhebliche fäulniswidrige Eigenschaften. Bei krankhafter Mischung der Galle, wie sie bei Lebererkrankung stattfindet, kann eine abnorme Zersetzung im Dickdarm oder Dünndarm leichter eintreten als bei normalem Gallengehalt des Darminhaltes. So werthvoll die bakteriologischen Befunde unter Umständen für die Physiologie und Pathologie der Verdauung sein können, so wenig sicher sind diese Verhältnisse bisher geklärt. Unter Umständen wird eine Vermehrung bestimmter Mikroorganismen in den Fäces Rückschlüsse auch auf die Pathologie gestatten. So findet z. B. bei diarrhoischer Erkrankung sehr häufig eine Vermehrung des Bact. coli statt, in anderen Fällen kommt es zu einer Vermehrung der Hefezellen, sogenannten Gährungsdyspepsie, und in anderen Fällen wieder überwiegen die Kokken und Proteusarten, wie z. B. bei habitueller Obstipation, bei welcher es zu fauliger Zersetzung des Darminhaltes gekommen ist.

Specielle Diagnostik der bakteriellen Darmerkrankungen.

Cholera asiatica.

Eine sichere Diagnose der epidemischen Cholera, die mit dem Namen Cholera asiatica oder indica bezeichnet wird, ist nur durch die bakteriologische Diagnostik möglich. Die Diagnose steht und fällt mit dem Nachweis, bezw. Fehlen der *Koch*'schen Vibrionen. Es giebt Krankheitszustände, welche die grösste Aehnlichkeit in Bezug auf die klinischen Symptome mit dem Krankheitsbilde der Cholera asiatica aufweisen. Hierhin gehören namentlich gewisse Vergiftungen, die Cholera nostras, Sommerbrechdurchfälle und ähnliche Darmerkrankungen, bei denen der Symptomencomplex der Cholera asiatica, profuseste Diarrhoen, Collapserscheinungen, Herabsetzung der Urinsecretion, Nachlassen der Herzthätigkeit, Sinken der Temperatur, Kalt- und Blauwerden der Extremitäten in so vollkommenem Masse vorhanden sein kann, dass selbst der geübteste Kenner der Cholera asiatica nicht imstande ist, die Krankheitszustände von einander zu trennen. Hier ist nur mittels des Nachweises der Cholerabakterien eine sichere Entscheidung möglich. Für die Ausführung derselben stehen heutzutage so verfeinerte Methoden zur Verfügung, dass es möglich ist, in ganz kurzer Zeit zu entscheiden, ob es sich bei einem derartigen Krankheitsprocess um die echte Cholera asiatica handelt oder nicht. Die Feststellung von asiatischer Cholera oder der Ausschluss dieser Diagnose kann aber von allergrösster Wichtigkeit sein. Es sind deshalb auch mittels Erlasses des Ministers der geistlichen, Unterrichts- und Medicinalangelegenheiten in Preussen ganz bestimmte Vorschriften in Form einer Anleitung für die bakteriologische Feststellung der Cholerafälle vom 6. November 1902 veröffentlicht worden, welche vollkommen dem modernen

Standpunkt entsprechen. Diese unter Mitwirkung von Geheimrath Prof. Dr. *Robert Koch* und Geheimrath Prof. Dr. *M. Kirchner* und vom Verfasser ausgearbeitete Anleitung, bei der auch eine Anweisung zur Entnahme und Versendung choleraverdächtiger Untersuchungsobjecte enthalten ist, enthält alle für die Choleradiagnostik wichtigen Methoden, sowie die Angaben über den Gang der Untersuchung, die Beurtheilung des Befundes, die Feststellung abgelaufener Cholerafälle, endlich Angaben über die Bereitung der Nährböden und die Ausführung der Agglutinationsprobe sowie des *Pfeiffer*'schen Versuches. Es soll deshalb weiter unten diese Anleitung im Wortlaut eingefügt werden (Fig. 99).

Der Choleravibrio. Der Choleravibrio oder Kommabacillus der Cholera asiatica wurde im Jahre 1883 von *Robert Koch* in Egypten als Ursache der Cholera asiatica entdeckt. An der ätiologischen Bedeutung des Choleravibrio ist heutzutage nicht mehr zu zweifeln, nachdem durch Untersuchungen, die nach zehntausenden zählen, in allen Theilen der Welt bei allen Fällen von echter Cholera asiatica, wo diese Krankheit in

Fig. 99.



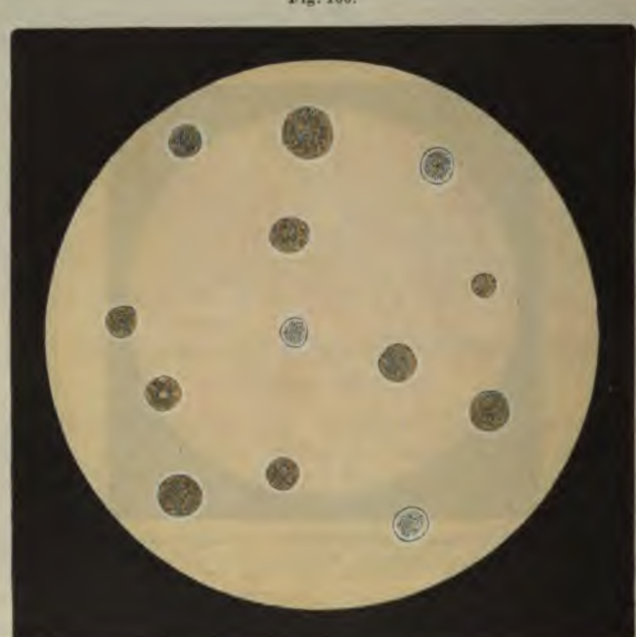
Ausstrichpräparat aus Choleradejecten. Schleimflocke, fast eine Reincultur von Kommabacillen enthaltend. Fischzugartige Anordnung. Färbung mit verdünnter Carbolfuchsinlösung. Vergrösserung 1 : 500.

Form der ansteckenden Seuche auftrat, der specifische Vibrio gefunden worden ist. Man hat den echten *Koch*'schen Kommabacillus bisher nie bei Menschen, welche sich nicht mit Cholera inficirt haben konnten, oder in Ländern zu Zeiten, wo der Infectionsstoff in ihnen nicht vorhanden sein konnte, weder innerhalb noch ausserhalb des Menschen jemals aufgefunden. Dagegen sprechen die Beobachtungen, dass auch scheinbar gesunde Menschen aus der Umgebung Cholerakranker den Infectionsstoff beherbergen und weiter verbreiten können, nicht gegen eine ursächliche Bedeutung des *Koch*'schen Vibrio, denn wir wissen schon seit langer Zeit, seit die Cholera einer wissenschaftlichen Untersuchung nach epidemiologischen Grundsätzen unterworfen worden ist, dass es Menschen gibt, welche nach Aufnahme desselben Infectionsstoffes, an dem andere Menschen schwer erkranken und sterben, so leicht erkranken, dass ihre Krankheit kaum bemerkt wird. Durch die bakteriologische Untersuchung sind derartige leichte und leichteste Cholerafälle trotzdem als zur echten Cholera gehörig aufgeklärt worden. Die Menschen, welche gar nicht für den Infectionsstoff disponirt sind, erkranken nach Aufnahme desselben in den Magendarmcanal überhaupt nicht, sondern beherbergen die Vibrionen als Saprophyten für einige Zeit im Darme. Solche Fälle sind epidemiologisch und prophylaktisch von der grössten Bedeutung, weil sie zur unbemerkten Verbreitung des Infectionsstoffes führen können.

Die Choleravibrionen sind kurze, leicht gekrümmte Stäbchen von durchschnittlich 1,5 μ Länge. Sie färben sich leicht mit den meisten Anilinfarben. Nach *Gram* sind sie nicht färbbar. Die Färbung in Schnitten gelingt am besten mit Hilfe des alkalischen

Methylenblau und nachheriger Differenzirung in leicht angesäuertem Alkohol oder mittels der *Pfeiffer*'schen Universalfärbungsmethode für Schnitte (s. Methoden). Bei Anwendung von Geisselfärbungsmethoden lässt sich eine endständige Geissel, welche an einem Pol sich befindet, nachweisen. Im hängenden Tropfen weisen die Vibrionen eine lebhafte Beweglichkeit auf, zu der sie durch ihre Geissel befähigt sind. Häufig, namentlich in älteren Culturen sieht man, wie die einzelnen Kommabacillen an einander hängen. Sie können dann Halbkreise oder Schraubenwindungen bilden und haben die grösste Aehnlichkeit mit Spirillen, erinnern direct an Recurrensspirochäten; eine Sporenbildung kommt bei den Choleraerregern nicht vor. Die Gebilde, welche von *Hueppe* u. a. irrthümlicherweise als Sporen gedeutet sind und in alten Culturen vorhanden sein sollen, sind nichts weiter als Involutionsformen. Die Vibrionen wachsen auf den meisten gebräuchlichen bakteriologischen Nährmedien, vorausgesetzt, dass dieselben eine gute alkalische Reaction haben. Am charakteristischesten ist das Wachsthum auf der Gelatineplatte. Auf dieser entstehen nach 24 Stunden, wenn die Platten bei 22° C. gehalten werden, kleine, stark

Fig. 100.

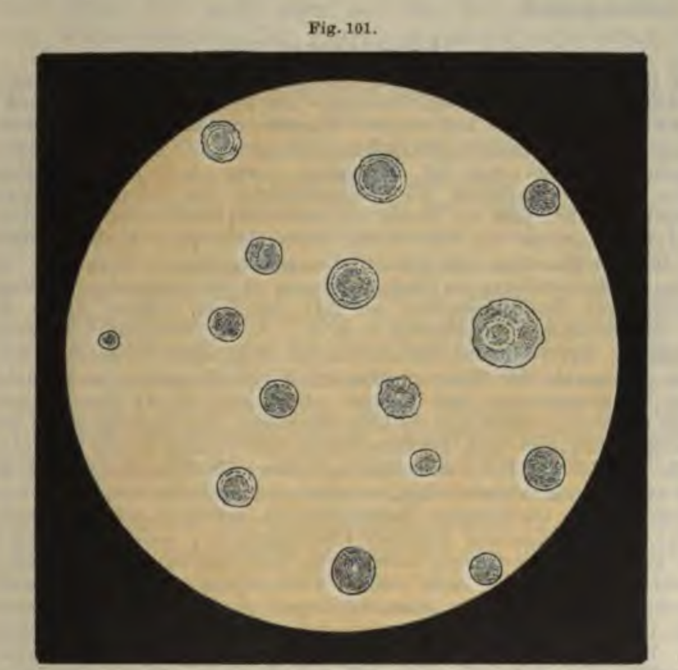


Gelatineplatte, mit einer Oese Choleradejecten beschickt. Neben Bact. coli-Colonien drei Cholera-colonien. Schwache Vergrösserung. *Zeiss* A. A. Ocular 4.

lichtbrechende Colonien, welche schon mit blossem Auge als helle Pünktchen zu erkennen sind. Bei Anwendung der schwachen Vergrösserung des Mikroskops unterscheiden sich die Choleracolonien noch mehr, als das mit blossem Auge oder der Lupe zu erkennen ist, von anderen Bakteriencolonien, namentlich denjenigen des Bact. coli, die bei Züchtung aus dem Darm in erster Linie in Frage kommen, vor allem durch ihr starkes Lichtbrechungsvermögen sowie durch ihre eigenartige Oberfläche. Die Colonien sehen aus wie aus kleinsten Glassplitterchen zusammengesetzt. Dieses Lichtbrechungsphänomen wird verstärkt durch die verflüssigte Gelatineschicht, welche die Colonien umgibt und durchdringt. Bei einem Theil der Colonien tritt nach 24 Stunden eine Differenzirung des centralen Theiles der Colonie von dem Rande ein, wobei die Colonie namentlich in ihren centraleren Partien eine mehr oder weniger gelbliche Färbung annimmt. Der Geübte wird in der Lage sein, die Vibrionencolonien von anderen Bakteriencolonien zu unterscheiden (Fig. 100 u. 101). Es gilt das allerdings in erster Linie für frisch aus dem menschlichen Darm und den menschlichen Fäces gezüchtete Choleravibrionen. Bei älteren Culturen verwischen sich die charakteristischen Merkmale, wie sie in der Gelatine-

platte zu Tage treten mehr und mehr. Solche ältere Culturen verflüssigen die Gelatine nur wenig, sie sehen bräunlich gefärbt aus und zeigen einen unregelmässigen Rand im Gegensatz zu den frisch gezüchteten Culturen, bei welchen der Rand mehr oder weniger scharf erscheint. Man muss allerdings sich stets bewusst sein, dass es Vibrionenarten gibt, welche mit den Choleravibrionen nichts zu thun haben und doch auf der Gelatineplatte so ähnlich wachsen können, dass selbst der Geübteste sie mit den Choleracolonien verwechseln kann. In der Gelatinestichcultur tritt eine Verflüssigung längs des ganzen Stichcanals ein. An der oberen Einstichstelle umschliesst die verflüssigte Gelatine häufig eine Luftblase. Auf der Oberfläche von Agarröhrchen haben die Choleraculturen ein wenig charakteristisches Aussehen, dagegen sind sie auf der Oberfläche von Agarplatten leicht von den Colonien des für diagnostische Zwecke hauptsächlich hier in Betracht kommenden Bacterium coli zu differenziren. Sie sehen bei durchfallendem Lichte viel durchscheinender aus und weisen ein eigenartig iridisirendes Verhalten auf, während die Bacterium coli-Colonien mehr weisslich und undurchsichtiger erscheinen. Aber auch

Fig. 101.



Gelatineplatte, beschickt mit Reincultur von Choleravibrionen. Verschiedene Typen der Colonien. Schwache Vergrösserung. *Zeiss* A. A. Ocular 4.

hier muss man sich vor Augen halten, dass fast alle Vibrionenarten sich auf der Agarplatte so ähnlich sehen, dass sie nicht von einander zu unterscheiden sind. In Bouillon und Traubenzuckerbouillon rufen die Vibrionen eine Trübung hervor. Sie wachsen ausserordentlich üppig darin, noch mehr gilt dies für die Peptonlösung.

In Peptonlösung entwickeln sich die Choleravibrionen ausserordentlich rasch und erscheinen schon nach kurzer Zeit auf der Oberfläche. Sie gewinnen bei gleichzeitiger Einsaat mit anderen Mikroorganismen, selbst wenn sie sich in starker Minderheit befinden, beim Wachsthum bei 37° C. bald die Oberhand. Diese Beobachtung, welche namentlich in präciser Weise von *Robert Koch* und *Dunbar* festgelegt ist, nachdem schon früher *Schottelius* und *Heim* u. a. auf das üppige Wachsthum der Cholerabakterien in Bouillon aufmerksam gemacht hatten, ist von grosser Bedeutung für die Diagnose geworden. Sie ist

die Grundlage für die sogenannte Peptonmethode, die also ein specifisches Anreicherungsverfahren für Vibrionen darstellt. Mit den Choleravibrionen theilen aber alle Vibrionen die Eigenschaft, in Gemischen von Bakterien in der Peptonlösung den Vorrang zu gewinnen. Sind also in dem Ausgangsmaterial, welches zur Untersuchung benutzt wird, neben den Cholerabakterien andere Vibrionen vorhanden, so werden sie alle in gleicher Weise auf der Oberfläche sich anreichern.

Die Cholerabakterien sind ausserordentlich wenig widerstandsfähig. Schon ganz kurzes Eintrocknen tödtet sie ab, durch Sonnenlicht werden sie in ganz kurzer Zeit zerstört, gegen Säuren sind sie ausserordentlich empfindlich; Mineralsäuren im Verhältnis von 1:100.000 tödten sie in ganz wenigen Minuten ab. Die Abtödtung der Vibrionen in Cholerastühlen geschieht am besten mit Kalkmilch. Eine Mischung von 1 Liter zerkleinerten gebrannten Kalkes auf 4 Liter Wasser wird in ungefähr gleichen Theilen mit den Dejecten gemischt.

Thierpathogenität.

Die Uebertragung der Cholera auf Versuchsthiere ist nur bis zur einem gewissen Grade möglich. Die Cholera ist eine Menschen- und keine Thierkrankheit und es bedarf deshalb gewisser Kunstgriffe und äusserer Eingriffe, um bei Thieren eine dem menschlichen Choleraprocess ähnliche Erkrankung hervorzurufen. Es ist dies gelungen bei Meerschweinchen sowohl wie bei Kaninchen, wenn man nach Alkalisirung des Magensaftes durch Natronlösung die Cholerabakterien den Thieren per Schlundsonde in den Magen einführt oder die Thiere mit Cholerabakterien versetztes Wasser trinken lässt. Es kommt dann bei den Thieren zur Entwicklung einer typischen Darmcholera, die ganz den bei Menschen beobachteten Krankheitsprocessen entspricht. Grosse Bedeutung hat die Einverleibung der Cholerabakterien in das Peritoneum von Meerschweinchen. Spritzt man Meerschweinchen von 200—300 Grm. Gewicht kleine Mengen in Bouillon aufgeschwemmter Agarcultur, z. B. $^1/_{10}$, $^1/_5$—$^1/_8$ Oese einer 24stündigen Choleraagarcultur in das Peritoneum ein, so kommt es zu einer Vermehrung der Kommabacillen im Peritoneum. Die Thiere werden krank, die Temperatur sinkt und unter abnehmender Körpertemperatur und Collaps erfolgt nach 8—12 Stunden der Tod der Thiere. Bei der Section findet man die Cholerabakterien in grosser Menge im Peritoneum. Entnimmt man einige Zeit nach der Einspritzung den Thieren mittels kleiner Glascapillaren etwas Exsudat aus dem Peritoneum und untersucht dieses Exsudat im hängenden Tropfen mittels starker Vergrösserung, so sieht man das ganze Gesichtsfeld erfüllt von lebhaft durcheinander schiessenden Cholerabakterien, welche in starker Vermehrung begriffen sind. Die Virulenz der einzelnen Cholerakulturen, welche man aus Menschen isolirt, ist gewissen Schwankungen unterworfen, doch besitzen frisch aus dem Menschen gewonnene Culturen meistens einen solchen Virulenzgrad, dass $^1/_8$ Oese einer 18stündigen Agarcultur genügt, um ein Meerschweinchen von 200 Grm. zu tödten.

Die Giftstoffe der Cholerabakterien sind in den Leibern der Vibrionen selbst enthalten. Es ist bisher nicht gelungen, selbst mittels der feinsten Methoden eine sichere Secretion der Giftstoffe nachzuweisen in ähnlicher Weise, wie das durch Gewinnung des löslichen Diphtherie- und Tetanusgiftes für die Diphtherie- und Tetanusbacillen gelungen ist.

Die für die menschliche Cholerapathologie und -diagnose wichtigsten Thatsachen aus der Immunitätslehre sind durch die experimentellen Arbeiten, namentlich *R. Pfeiffer's* und seiner Mitarbeiter über die Choleraimmunisirung an Thieren *(Wassermann)* und Menschen *(Kolle)* gewonnen worden. *R. Pfeiffer* konnte zeigen, dass bei der Vorbehandlung von Thieren mit abgetöteten oder lebenden Cholerabakterien, sei es dass diese Vorbehandlung subcutan, intravenös oder intraperitoneal erfolgte, im Blutserum dieser Thiere Stoffe entstehen, welche specifisch auflösende Eigenschaften für die Cholerabakterien gewinnen, wenn kleine Proben des Serums gemischt mit Cholerabakterien geeigneten Versuchsthieren, z. B. Meerschweinchen, in das Peritoneum einverleibt werden. Diese specifisch bakteriolytischen Körper, welche nur im Thierkörper wirksam sind, ermöglichen es, mit Sicherheit durch die Anstellung des so-

genannten *Pfeiffer*'schen Versuches die Cholerabakterien von den ihnen nahestehenden Vibrionenarten zu trennen. Denn nur die echten Cholera-culturen reagiren auf ein solches hochwerthiges Serum, durch das sie selbst in sehr starken Verdünnungen 1 : 2—3000 noch im Meerschweinchenperitoneum der Auflösung verfallen. $^1/_5$ — $^1/_{10}$ Mgrm. eines solchen hochwertigen Serums genügt, um im Meerschweinchenperitoneum 1 Oese einer virulenten Choleraagarcultur, die gleichzeitig mit eingespritzt wurde, innerhalb 20—50 Minuten zur Auflösung unter Granulabildung zu bringen. Das Thier bleibt am Leben. Das normale Serum, z. B. das normale Kaninchenserum, hat selbst in Dosen von $^1/_5$—$^1/_{10}$ Ccm. keine bakteriolytische Wirkung gegenüber den Cholerabakterien. Das hochwerthige specifisch-bakteriolytische Choleraserum wirkt nur auf die Cholerabakterien ein, nicht aber auf die den Cholerabakterien nahestehenden Vibrionenarten. Zur Ausführung des *Pfeiffer*'schen Versuches ist es nothwendig, gut gewachsene, auf alkalischem Agar gezüchtete Choleravibrionen, die lebhaft beweglich sind, zu benutzen. Man muss stets Controlversuche mit normalem Serum sowie mit einer kleinen Menge ($^1/_4$—$^1/_6$ Oese) der Choleracultur allein anstellen. Die Versuchsthiere müssen stets das gleiche Körpergewicht aufweisen, circa 200—250 Grm.

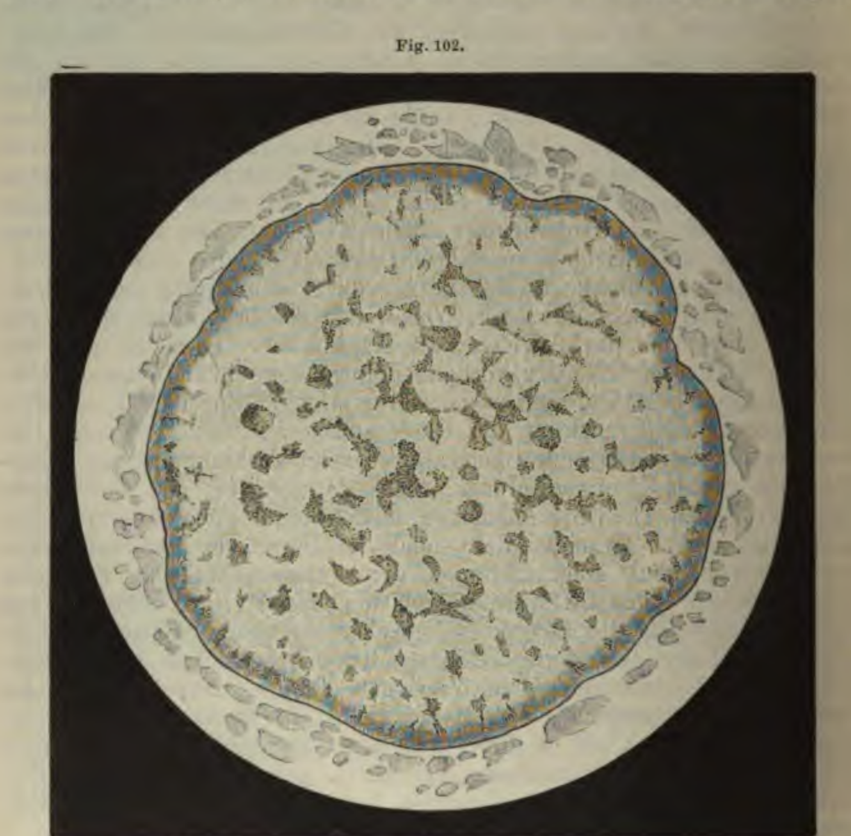
Weitere specifische Stoffe, die bei der Immunisirung mit Cholerabakterien auftreten, wurden von *Gruber* und *Durham*, etwas später von *Pfeiffer* und *Kolle* nachgewiesen, die Agglutinine. Diese Körper, die sich im Serum eigens dazu vorbehandelter Thiere in sehr concentrirter Form darstellen lassen, sind wegen ihrer strengen Specificität zur Identificirung und Differenzirung der Cholerabakterien sehr geeignet. Das hochwerthig agglutinirende Choleraserum zeigt Verklumpung nur gegenüber den echten Choleravibrionen, nicht dagegen bei den choleraähnlichen Vibrionen. Die Untersuchungen, namentlich der letzten ägyptischen Epidemie, haben gezeigt, dass auch im Darm von Cholerakranken neben den echten Choleravibrionen diese choleraähnlichen Bakterien vorhanden sein können. Die Gelatineplatte genügt zu ihrer Differenzirung nicht, ebensowenig die anderen biologischen und morphologischen Kennzeichen. Auf der Agarplatte treten gar keine Unterschiede der Choleravibrionen und choleraähnlichen Vibrionen zutage. Nun ist aber die Agarplatte zur Gewinnung von Reinculturen, sei es nach vorhergegangener Anreicherung, sei es direct aus dem Ausgangsmaterial, der beste Nährboden, weil die Agarplatten bei 37° C. gehalten werden können, ferner besonders gut isolirte Colonien liefern und eine raschere Entwicklung von Culturen ermöglichen, als die Gelatineplatten.

Durch Heranziehung der specifischen Immunitätsreactionen zur Identificirung der Cholerabakterien ist die Diagnose Cholera, welche früher im Grunde in erster Linie auf das typische Aussehen der Colonien in Gelatine und die Cholerarothreaction basirt war, auf eine objective Basis gestellt. Nicht mehr das mehr oder weniger subjective Urtheil des Untersuchers, ob die Colonie in Gelatine typisch aussieht, sondern die mit der Sicherheit einer chemischen Reaction und also objectiv arbeitenden Immunitätsreactionen sind das Ausschlaggebende. Natürlich ist eine bestimmte Versuchsanordnung nöthig, auch Controlen können nicht entbehrt werden.

Das zu den Immunitätsreactionen zu benutzende Serum muss von genau festgestelltem Wirkungswerth sein. Handelt es sich um flüssiges

Serum, so ist dasselbe von Monat zu Monat in Bezug auf seine Wirkung zu controliren. Das flüssige Serum muss völlig klar und keimfrei sein und wird unter Zusatz von $^1/_2$% Phenol in braunen Fläschchen aufbewahrt. Die Werthigkeit des Serums in Bezug auf Bakteriolyse (zur Anstellung des *Pfeiffer*'schen Versuches) muss eine derartige sein, dass mindestens $^1/_5$ Mgrm. = 0,0002 Grm. des Serums genügen, um bei gleichzeitiger Injection mit 1 Oese einer 24stündigen Choleraagarcultur von constanter Virulenz (Dosis certe letalis $^1/_{10}$ Oese), aufgeschwemmt in 1 Ccm. Nährbouillon, innerhalb einer Stunde im Meerschweinchenperi-

Fig. 102.



Orientirender Agglutinationsversuch im hängenden Tropfen. Typische Häufchenbildung bei schwacher Vergrösserung. *Zeiss* A. A. Ocular 4.

toneum die Vibrionen zur Auflösung unter Granulabildung zu bringen, das heisst das Serum muss einen Titer von $^1/_5$ Mgrm. besitzen. Die Werthbestimmung des Serums geschieht in der Weise, dass abgestufte Mengen des Serums in der eben beschriebenen Weise mit der Testcultur Meerschweinchen von 200 Grm. Gewicht eingespritzt werden, um auf diese Weise die Grenze zu bestimmen.

Der Agglutinationswerth des Serums muss mindestens ein solcher sein, dass $^1/_5$ Mgrm. eines derartigen Serums 1 Oese (= 2 Mgrm.) einer vollvirulenten, 24stündigen Choleraagarcultur, die in 1 Ccm. physiologischer,

das heisst 0,8%iger Kochsalzlösung durch Verreiben fein vertheilt ist, innerhalb einer Stunde nach Aufbewahrung im Brutschrank bei 37° zur typischen Häufchenbildung und Immobilisirung bringt. Der Agglutinationstiter des Serums muss also 0,0002 = 1/5 Mgrm. sein oder, wie man es auch ausdrücken kann, das Serum muss in Verdünnung von 1 : 5000 eine Oese 18stündiger Choleracultur in 1 Ccm. Flüssigkeit zur Agglutination bringen (Fig. 102 u. 103).

Die Prüfung auf Agglutination geschieht nach dem von *Pfeiffer* und *Kolle* angegebenen Verfahren, wobei nur die mit blossem Auge

Fig. 103.



Orientirender Agglutinationsversuch im hängenden Tropfen. Controle mit Cholerabakterien im normalen Serum. Schwache Vergrösserung. *Zeiss* A. A. Ocular 4.

festgestellte Häufchenbildung als positives Agglutinationsphänomen gilt. Die Werthbestimmung geschieht in der Weise, dass Verdünnungen des Serums hergestellt werden 1 : 10, 1 : 20, 1 : 50, 1 : 100, 1 : 200 u. s. w. Von diesen Verdünnungen wird 1 Ccm. in ein steiles Reagensglas gefüllt. Man hat dann eine Scala, indem im ersten Röhrchen 0,1, im zweiten 0,05 Ccm. u. s. w. des Serums immer in 1 Ccm. Flüssigkeitsvolumen enthalten sind. In jedem dieser Röhrchen wird 1 Oese = 2 Mgr. frischer Agarcultur am Rande verrieben, bis die mit blossem Auge sichtbaren Klümpchen vollkommen verschwunden sind. Nach einigen Minuten be-

ginnt dann in dieser homogenen Flüssigkeit das Phänomen der Häufchenbildung.

Das Phänomen der Häufchenbildung wird am besten beim Blick von oben auf schwarzem Untergrund oder beim Blick nach oben in dem von der Zimmerdecke reflectirten Tageslicht mit blossem Auge oder mit der Lupe beobachtet. Die mikroskopische Beobachtung besonders mit stärkerem System ist zu verwerfen, weil sie leicht zu Fehlschlüssen führen kann. Als Titer des Serums wird diejenige Grenzdosis bezeichnet, welche gerade noch eine makroskopisch sichtbare Häufchenbildung herbeiführt.

Mit Rücksicht auf die weittragenden Consequenzen, welche die Abgabe der Diagnose Cholera asiatica bei der ersten Einschleppung der Seuche in einen Staat oder in einen bis dahin cholerafreien Bezirk nach sich zieht, erscheint es geboten, die Ausführung ganz bestimmter, zum Theil zeitraubender und umständlicher Verfahren bei der Vornahme derartiger Untersuchungen zu verlangen. Andererseits ist es nothwendig, die diagnostischen Massnahmen bei den fortlaufenden Untersuchungen, wie sie im Laufe einer Epidemie nothwendig werden, namentlich bei den Massenuntersuchungen von Personen aus der Umgebung Cholerakranker möglichst zu vereinfachen und, so weit dabei nur die Sicherheit der Diagnose gewährleistet wird, auf das nothwendigste zu beschränken.

Aus diesen Erwägungen und auf Grund der einschlägigen wissenschaftlichen Arbeiten ist die nachfolgende Anleitung für die bakteriologische Feststellung der „Cholerafälle“ auf Grund einer Berathung von Sachverständigen von *R. Koch, M. Kirchner* und dem Verfasser aufgestellt und dient als gesetzliche Grundlage für die Sachverständigen, welche von den Landes-Centralbehörden im voraus bestimmt und eintretenden Falles sogleich an Ort und Stelle entsendet werden. Wenngleich also die Ausführung der Choleradiagnose den beamteten Aerzten und Bakteriologen überlassen ist, so ist die Kenntnis der Anleitung doch für den praktischen Arzt und Kliniker durchaus nothwendig.

Anleitung für die bakteriologische Feststellung der Cholerafälle.

I. Untersuchungsmethoden.

1. Mikroskopische Untersuchung

a) von Ausstrichpräparaten (wenn möglich von Schleimflocken). Färbung mit verdünnter Carbolfuchsinlösung (1:9);

b) im hängenden Tropfen, anzulegen mit Peptonlösung, sofort und nach halbstündigem Verweilen im Brutschrank bei 37° frisch und gefärbt zu untersuchen.

2. Gelatineplatten.

Menge der Aussaat eine Oese (womöglich von einer Schleimflocke), zu den Verdünnungen je drei Oesen. Zwei Serien zu je drei Platten anzulegen, nach 18stündigem Verweilen im Brutschrank bei 22° bei schwacher Vergrösserung untersuchen, Klatsch-, ev. Ausstrichpräparate und Reinculturen herstellen.

(Wegen Zubereitung der Gelatine s. Anhang Nr. 1.)

3. Agarplatten.*

Menge der Aussaat eine Oese, welche in bekannter Weise zur Herstellung von 3 Platten verwendet wird. Zur grösseren Sicherheit ist diese Aussaat doppelt anzulegen. Es kann auch statt dessen so verfahren werden, dass eine Oese des Aussaatmateriales in 5 Ccm. Fleischbrühe vertheilt und hiervon je 1 Oese auf je 1 Platte übertragen wird; in diesem Falle genügen 3 Platten. Nach 12—18stündigem Verweilen im Brutschrank bei 37° untersuchen wie zu 2.

(Wegen Zubereitung des Agar s. Anhang Nr. 2.)

---

* Anmerkung. Die mit solchem Agar hergestellten Platten müssen, ehe sie geimpft werden, eine halbe Stunde bei 37° im Brutschrank mit der Fläche nach unten offen gehalten werden.

4. Anreicherung mit Peptonlösung

a) in Röhrchen von je 10 Ccm. Inhalt. Menge der Aussaat eine Oese, Zahl der Röhrchen 6; nach 6- und 12stündigem Verweilen im Brutschrank bei 37° mikroskopisch zu untersuchen; bei Entnahme der Probe darf das Röhrchen nicht geschüttelt werden; von einem Röhrchen, welches am meisten verdächtig ist, Cholerabakterien zu enthalten, werden für die weitere Untersuchung mit je einer Oese 3 Peptonröhrchen geimpft und je eine Serie Gelatine- und Agarplatten angelegt. Die Peptonröhrchen sind vor der Impfung im Brutschrank bei 37° vorzuwärmen.

b) im Kölbchen mit 50 Ccm. Peptonlösung. Menge der Aussaat 1 Ccm. Koth, Zahl der Kölbchen 1; nach 6- und 12stündigem Verweilen im Brutschrank bei 37° untersuchen wie zu *a*.

(Wegen Zubereitung der Peptonlösung siehe Anhang Nr. 3.)

5. Anlegen von Reinculturen.

Dasselbe erfolgt in der bekannten Weise am besten von der Agarplatte aus, durch Fischen und Anlegen von Gelatinestichculturen und Culturen auf schräg erstarrtem Agar.

6. Prüfung der Reinculturen

a) durch Prüfung der Agglutinationsfähigkeit (s. Anhang Nr. 4);

b) durch den *Pfeiffer*'schen Versuch (s. Anhang Nr. 5).

II. Gang der Untersuchung.

1. In ersten Fällen.

Es sind sämmtliche Methoden anzuwenden, und zwar in folgender Reihenfolge: 1. Impfung der Peptonröhrchen, 2. Herstellung der mikroskopischen Präparate, 3. Anfertigung von Gelatine- und Agarplatten, 4. Untersuchung der mikroskopischen Präparate, 5. Herstellung von Reinkulturen, 6. Prüfung derselben vermittels des Agglutinations- sowie des *Pfeiffer*'schen Versuchs.

2. In folgenden Fällen ist ebenso wie bei ersten Fällen zu verfahren, jedoch sind statt 6 nur 3 Peptonröhrchen, statt je zwei nur je eine Serie der Gelatine- und Agarplatten, statt letzterer eventuell auch Röhrchen mit schräg erstarrtem Agar zu impfen. Prüfung der verdächtigen Colonien nur vermittels des Agglutinationsversuchs im hängenden Tropfen.

3. Bei Ansteckungsverdächtigen („Evacuirten") und bei Reconvalescenten.

Die mikroskopische Untersuchung fällt fort, falls nicht die Ausleerungen choleraartig sind. Statt der 6 Peptonröhrchen 1 Peptonkölbchen (s. I 4 *b*). Von da aus Anlegen je einer Serie Gelatine- und Agarplatten. Prüfung der verdächtigen Colonien nur im hängenden Tropfen vermittelst des Agglutinationsversuchs. Sonst wie zu 2.

4. Wasseruntersuchung.

Mindestens 1 Liter des zu untersuchenden Wassers wird mit 1 Kölbchen (100 Ccm.) der Pepton-Stammlösung versetzt und gründlich durchgeschüttelt; dann in Kölbchen zu je 100 Ccm. vertheilt und nach 8- und 18stündigem Verweilen im Brutschrank bei 37° in der Weise untersucht, dass mit Tröpfchen, welche aus der obersten Schicht entnommen sind, mikroskopische Präparate und von demjenigen Kölbchen, an dessen Oberfläche nach Ausweis des mikroskopischen Präparats die meisten Vibrionen vorhanden sind, Peptonröhrchen, Gelatine- und Agarplatten angelegt und wie zu 1 weiter untersucht werden. Zur Prüfung der Reinculturen Agglutinations- und *Pfeiffer*'scher Versuch.

III. Beurtheilung des Befundes.

Zu II. 1 (in ersten Fällen).

Die Diagnose Cholera ist erst dann als sicher anzusehen, wenn sämmtliche Untersuchungsmethoden ein positives Ergebnis haben; wichtig ist namentlich eine hohe Agglutinirbarkeit (s. Anhang 4 *b*) und der positive Ausfall des *Pfeiffer*'schen Versuchs. Ergiebt sich bei der mikroskopischen Untersuchung eine Reincultur von Vibrionen in der charakteristischen Anordnung und finden sich auf der Gelatineplatte Colonien von typischem Aussehen, so kann die vorläufige Diagnose Cholera gestellt, vor Abgabe der endgiltigen Diagnose muss aber das Ergebnis der ganzen Untersuchung abgewartet werden.

Zu II. 2 (in folgenden Fällen).

Die Diagnose Cholera kann gestellt werden bei positivem Ausfall der mikroskopischen Untersuchung sowie bei charakteristischer Beschaffenheit der Colonien in Gelatine und auf Agar und bei positivem Ausfall des Agglutinationsversuchs im hängenden Tropfen.

Giebt die Agglutinationsprobe im hängenden Tropfen nicht absolut einwandfreie Resultate, so ist die quantitative Bestimmung der Agglutinirbarkeit vorzunehmen, sobald eine Reincultur von der verdächtigen Colonie gewonnen worden ist.

Zu II. 3 (bei Ansteckungsverdächtigen und Reconvalescenten).

Cholera ist bei Ansteckungsverdächtigen als nicht vorhanden anzusehen, wenn bei zwei durch einen Tag von einander getrennten Untersuchungen der Fäces*) keine Cholerabakterien gefunden worden sind;

Reconvalescenten sind als nicht mehr ansteckungsfähig anzusehen, wenn dieselbe Untersuchung an drei durch je einen Tag getrennten Tagen negativ ausgefallen ist.

Zu II. 4 (Wasser).

Etwa im Wasser nachgewiesene Vibrionen sind nur dann als Cholerabakterien anzusprechen, wenn die Agglutinirbarkeit eine entsprechende Höhe hat und der *Pfeiffer*sche Versuch positiv ausgefallen ist.

V. Feststellung abgelaufener Cholerafälle.

Abgelaufene choleraverdächtige Krankheitsfälle lassen sich feststellen durch Untersuchung des Blutserums der Erkrankten. Aus dem vermittels Schröpfkopfs gewonnenen Blut stellt man mindestens 1 Ccm. Serum her und macht damit verschiedene abgestufte Verdünnungen mit 0·8% Kochsalzlösung behufs Prüfung auf agglutinirende Eigenschaften gegenüber einer bekannten frischen Choleracultur und behufs Anstellung des *Pfeiffer*schen Versuchs (siehe Anhang Nr. 5).

Anhang.

1. Bereitung der Gelatine.

a) Herstellung von Fleischwasserpeptonbrühe: $^1/_2$ Kgrm. in Stücken gekauftes und im Laboratorium zerkleinertes fettfreies Rindfleisch wird mit 1 Liter Wasser angesetzt, 24 Stunden lang in der Kälte oder 1 Stunde lang bei 37° digerirt und durch ein Seihtuch gepresst. Von diesem Fleischwasser wird 1 Liter mit 10 Grm. Peptonum siccum Witte und 5 Grm. Kochsalz versetzt, $^1/_2$ Stunde lang gekocht, mit Sodalösung alkalisch gemacht, $^3/_4$ Stunden lang gekocht und filtrirt.

b) Herstellung der Gelatine: Zu 1 Liter Fleischwasserpeptonbrühe werden 100 Grm. Gelatine gesetzt, bei gelinder Wärme gelöst, alkalisch gemacht — die erforderliche Alkalescenz wird erreicht, wenn nach Herstellung des Lackmusneutralpunktes pro 100 Ccm. Gelatine 3 Ccm. einer 10%igen Lösung von krystallisirtem kohlensauren Natron zugesetzt werden —, $^3/_4$ Stunden lang in strömendem Dampf erhitzt und filtrirt.

2. Bereitung des Agars.

a) Herstellung von Fleischwasserpeptonbrühe: wie zu 1 *a*.

b) Herstellung des Agars. Zu 1 Liter Fleischwasserpeptonbrühe werden 30 Grm. pulverisirtes Agar hinzugesetzt, alkalisirt wie bei 1 *b*, entsprechend lange gekocht und filtrirt.

3. Bereitung der Peptonlösung.

a) Herstellung der Stammlösung: In 1 Liter destillirtem sterilisirten Wasser werden 100 Grm. Peptonum siccum Witte, 100 Grm. Kochsalz, 1 Grm. Kaliumnitrat und 2 Grm. krystallisirtes kohlensaures Natron in der Wärme gelöst, die Lösung wird filtrirt, in Kölbchen zu je 100 Ccm abgefüllt und sterilisirt.

b) Herstellung der Peptonlösung. Von der vorstehenden Stammlösung wird eine Verdünnung von 1 + 9 Wasser hergestellt und zu je 10 Ccm. in Röhren und zu je 50 Ccm. in Kölbchen abgefülllt und sterilisirt.

4. Agglutinationsversuch. (Das hierzu erforderliche Testserum ist aus dem Königlichen Institut für Infectionskrankheiten zu Berlin zu beziehen.)

a) Im hängenden Tropfen (in 0,8% Kochsalzlösung) bei schwacher Vergrösserung. Es muss mit dem specifischen Serum in zwei verschiedenen Concentrationen sofort, spätestens aber während eines 20 Minuten langen Verweilens im Brutschrank bei 37° deutliche Häufchenbildung eintreten. Zur Controle ist ein Präparat mit einer 10mal so starken Concentration von normalem Serum derselben Thierart, von welcher das Testserum stammt, herzustellen und zu untersuchen. Bei

---

Anmerkung: In allen Fällen, in denen bei der Untersuchung der Verdacht entsteht, dass aus irgend einer Veranlassung, z. B. infolge von Zusatz eines Desinfectionsmittels, das Untersuchungsmaterial nicht einwandfrei ist, muss sofort telegraphisch neues Material eingefordert werden.

dieser Untersuchungsmethode ist zu berücksichtigen, dass es Vibrionenarten giebt, welche sich im hängenden Tropfen so schwer verreiben lassen, dass leicht Häufchenbildung vorgetäuscht wird.

b) Quantitative Bestimmung der Agglutinirbarkeit. Mit dem Testserum werden durch Vermischen mit 0,8% (behufs völliger Klärung zweimal durch gehärtete Filter filtrirter) Kochsalzlösung Verdünnungen im Verhältnis von 1 : 50, 1 : 100, 1 : 500, 1 : 1000 und 1 : 2000 hergestellt. Von diesen Verdünnungen wird je 1 Ccm. in Reagensröhrchen gegeben und je eine Oese der zu prüfenden Agarcultur darin verrieben und durch Schütteln gleichmässig vertheilt. Nach einstündigem Verweilen im Brutschrank bei 37° werden die Röhrchen herausgenommen und besichtigt, und zwar am besten so, dass man sie schräg hält und von unten nach oben mit dem von der Zimmerdecke reflectirten Tageslicht bei schwacher Lupenvergrösserung betrachtet. Der Ausfall des Versuchs ist nur dann als positiv anzusehen, wenn unzweifelhafte Häufchenbildung (Agglutination) erfolgt ist.

Bei jeder Untersuchung müssen Controlversuche angestellt werden, und zwar:

1. mit der verdächtigen Cultur und mit normalem Serum derselben Thierart, aber in 10fach stärkerer Concentration;
2. mit derselben Cultur und mit der Verdünnungsflüssigkeit;
3. mit einer bekannten Choleracultur von gleichem Alter, wie die zu untersuchende Cultur, und mit dem Testserum.

5. *Pfeiffer*'scher Versuch. (Das hierzu erforderliche bakteriolytische Serum ist gleichfalls aus dem Königlichen Institut für Infectionskrankheiten zu Berlin zu beziehen.) Das hierzu verwendete Serum muss möglichst hochwerthig sein, mindestens sollen 0,0002 Grm. des Serums genügen, um bei Injection einer Mischung von einer Oese (1 Oese = 2 Mgrm.) einer 18stündigen Choleraagarcultur von constanter Virulenz mit 1 Ccm. Nährbouillon die Cholerabakterien innerhalb einer Stunde im Meerschweinchenperitoneum zur Auflösung unter Körnchenbildung zu bringen, d. h. das Serum muss mindestens einen Titer von 0,0002 Grm. haben.

Zur Ausführung des *Pfeiffer*'schen Versuchs sind 4 Meerschweinchen von je 200 Grm. Gewicht erforderlich.

Thier *A* erhält das fünffache Multiplum der Titerdosis, also 1 Mgrm. von einem Serum mit Titer 0,0002.

Thier *B* erhält das 10fache Multiplum der Titerdosis, also 2 Mgrm. des Serums.

Thier *C* dient als Controlthier und erhält das fünfzigfache Multiplum der Titerdosis, also 10 Mgrm. von normalem Serum derselben Thierart, von welcher das bei Thier *A* und *B* benutzte Serum stammt.

Sämmtliche Thiere erhalten diese Serumdosen gemischt mit je einer Oese der zu untersuchenden, 18 Stunden bis 37° auf Agar gezüchteten Cultur in 1 Ccm. Fleischbrühe (nicht in Kochsalz oder Peptonlösung) in die Bauchhöhle eingespritzt.

Thier *D* erhält nur 1/4 Oese Choleracultur intraperitoneal, um zu erfahren, ob die Cultur für Meerschweinchen virulent ist.

Zur Injection benützt man eine Canüle mit abgestumpfter Spitze. Die Injection in die Bauchhöhle geschieht nach Durchschneidung der äusseren Haut; es kann dann mit Leichtigkeit die Canüle in den Bauchraum eingestossen werden. Die Entnahme des Peritonealexsudats zur mikroskopischen Untersuchung im hängenden Tropfen erfolgt vermittels Glascapillaren gleichfalls an dieser Stelle. Die Betrachtung des Exsudats geschieht im hängenden Tropfen bei starker Vergrösserung, und zwar 20 Minuten und 1 Stunde nach der Injection.

Bei Thier *A* und *B* muss nach 20 Minuten, spätestens nach einer Stunde typische Körnchenbildung, beziehungsweise Auflösung der Vibrionen erfolgt sein, während bei Thier *C* und *D* eine grosse Menge lebhaft beweglicher und in ihrer Form gut erhaltener Vibrionen vorhanden sein muss. Damit ist die Diagnose gesichert.

Behufs Feststellung abgelaufener Cholerafälle ist der *Pfeiffer*'sche Versuch in folgender Weise anzustellen.

Es werden Verdünnungen des Serums des verdächtigen Menschen mit 20, 100 und 500 Theilen der Fleischbrühe hergestellt, hiervon je 1 Ccm. mit je einer Oese einer 18stündigen Agarcultur virulenter Choleravibrionen vermischt, je einem Meerschweinchen von 200 Grm. Gewicht in die Bauchhöhle eingespritzt. Ein Controlthier erhält 1/4 Oese der gleichen Cultur ohne Serum in 1 Ccm. Fleischbrühe aufgeschwemmt in die Bauchhöhle eingespritzt.

Bei positivem Ausfall der Reaction nach 20, beziehungsweise 60 Minuten ist anzunehmen, dass der betreffende Mensch, von welchem das Serum stammt, die Cholera überstanden hat.

Anweisung zur Entnahme und Versendung choleraverdächtiger Untersuchungsobjekte.

A. Entnahme des Materials.

a) vom Lebenden.

Ausleerungen: Etwa 50 Ccm. der Ausleerungen* werden ohne Zusatz eines Antisepticums oder auch nur von Wasser aufgefangen. Gleichzeitig wird auf eine Anzahl Deckgläschen — von jeder Probe 6 — je ein kleines Tröpfchen der Ausleerungen, womöglich ein Schleimflöckchen, gebracht, mit einer Skalpellspitze fein vertheilt und dann mit der bestrichenen Seite nach oben zum Trocknen hingelegt (Ausstrichpräparate). Endlich empfiehlt es sich, gleich an Ort und Stelle 3 schräg erstarrte Agarröhrchen (ein Original und 2 Verdünnungen) mit einer Oese des Darminhaltes oberflächlich zu impfen und mitzusenden. Die hierzu erforderlichen Agarröhrchen sind von der nächsten Untersuchungsstelle zu beziehen.

Wäschestücke: Frisch mit Ausleerung beschmutzte Wäschestücke werden wie Proben von Ausleerungen behandelt.

Blut: Handelt es sich um nachträgliche Feststellung eines abgelaufenen choleraverdächtigen Falles, so kann diese durch Untersuchung einer Blutprobe vermittels des *Pfeiffer*'schen Versuchs und der Agglutinationsprobe geschehen. Man entnimmt mindestens 3 Ccm. Blut durch Venenpunction am Vorderarm oder sterilen Schröpfkopf und sendet es in einem sterilen zugeschmolzenen Reagensglase ein. Scheidet sich das Serum rasch ab, so kann demselben zur besseren Conservirung 0,5% Phenol hinzugesetzt werden.

b) von der Leiche.

Die Obduction der Leiche ist sobald als möglich nach dem Tode auszuführen und in der Regel auf die Eröffnung der Bauchhöhle und Herausnahme von 3 Dünndarmschlingen zu beschränken. Zu entnehmen und einzusenden sind 3 doppelt unterbundene 15 Cm. lange Stücke, und zwar aus dem mittleren Theile des Ileum, etwa 2 M. oberhalb sowie unmittelbar oberhalb der Ileocöcalklappe. Besonders werthvoll ist das letztbezeichnete Stück, welches daher bei der Sendung niemals fehlen sollte.

B. Auswahl und Behandlung der zur Aufnahme des Materials bestimmten Gefässe.

Am geeignetsten sind starkwandige Pulvergläser mit eingeschliffenem Glasstöpsel und weitem Halse, in Ermangelung derselben Gläser mit glattem, cylindrischem Halse, welche mit gut passenden, frisch ausgekochten Korken zu verschliessen sind.

Die Gläser müssen vor dem Gebrauche frisch ausgekocht, dürfen dagegen nicht mit einer Desinfectionsflüssigkeit ausgespült werden.

Nach der Aufnahme des Materials sind die Gläser sicher zu verschliessen und ist der Stopfen mit Pergamentpapier zu überbinden; auch ist an jedem Glase ein Zettel, der genaue Angaben über den Inhalt unter Bezeichnung der Person, von welcher es stammt, und der Zeit der Entnahme (Tag und Stunde) enthält, fest aufzukleben oder sicher anzubinden.

C. Verpackung und Versendung.

In eine Sendung dürfen immer nur Untersuchungsmaterialien von einem Kranken, beziehungsweise einer Leiche gepackt werden. Ein Schein ist beizulegen, auf dem anzugeben sind: die einzelnen Bestandtheile der Sendung, Name, Alter, Geschlecht des Kranken, beziehungsweise der Leiche, Tag und Ort der Erkrankung, Heimats-, beziehungsweise Herkunftsort der von auswärts zugereisten Personen, Krankheitsform, Tag und Stunde der Erkrankung, beziehungsweise des Todes.

Zum Verpacken dürfen nur feste Kisten — keine Cigarrenkisten, Pappschachteln und dergleichen — benützt werden. Deckgläschen werden in Fliesspapier eingeschlagen und mit Watte in einem leeren Deckglasschächtelchen fest verpackt. Die Gläser und Schächtelchen sind in den Kisten mittels Holzwolle, Heu, Stroh, Watte und dergleichen so zu verpacken, dass sie unbeweglich liegen und nicht aneinander stossen.

Die Sendung muss mit starkem Bindfaden umschnürt, versiegelt und mit der deutlich geschriebenen Adresse der Untersuchungsstelle, sowie mit dem Vermerke: „Vorsicht“ versehen werden.

---

* Ist keine freiwillige Stuhlentleerung zu erhalten, so ist dieselbe durch Einführung von Glycerin zu bewirken.

Bei Beförderungen durch die Post ist die Sendung als „dringendes Packet“ aufzugeben und der Untersuchungsstelle, an welche sie gerichtet ist, telegraphisch anzukündigen.

Bei der Entnahme, Verpackung und Versendung des Materials ist jeder unnütze Zeitverlust zu vermeiden, da sonst das Ergebnis der Untersuchung in Frage gestellt werden würde.

D. Versendung lebender Culturen der Choleraerreger.

Die Versendung von lebenden Culturen der Choleraerreger erfolgt in zugeschmolzenen Glasröhren, die, umgeben von einer weichen Hülle (Filtrirpapier und Watte oder Holzwolle), in einem durch übergreifenden Deckel gut verschlossenen Blechgefässe stehen, das letztere ist seinerseits noch in einer Kiste mit Holzwolle, Heu, Stroh oder Watte zu verpacken. Es empfiehlt sich, nur frisch angelegte Agarculturen zu versenden.

Verpackung und Versendung wie zu C.

Bei genauer Befolgung der in dieser Anleitung in leicht verständlicher Form mitgetheilten Vorschriften wird es kaum bei einiger Uebung möglich sein, einer Fehldiagnose zu verfallen. Besonders wichtig ist es, sich vor Augen zu halten, wie die Bilder der typischen Choleradejection im mikroskopischen Präparat sich darbieten. Nur dann, wenn in ähnlicher Weise, wie in Fig. 99, die Kommabacillen sich in dem mikroskopischen Bilde finden, ist es erlaubt, die Diagnose „Cholera asiatica“ abzugeben. Die Erfahrung hat gezeigt, dass nur in ungefähr 20% der Cholerafälle die Choleravibrionen in solcher Menge sich in den Fäces finden. Zu beachten ist, dass auch dann oft nur kurze Zeit sich eine Reincultur der Kommabacillen findet; in der Mehrzahl aller Cholerafälle sind die Choleravibrionen mit anderen Bakterien mehr oder minder stark gemischt, so dass eine Diagnose aus dem mikroskopischen Präparat nur mit mehr oder weniger Wahrscheinlichkeit gestellt werden kann.

Typhus abdominalis.

Der Nachweis des Typhusbacillus muss naturgemäss die sicherste Grundlage für die Diagnose bilden, sobald es sich darum handelt, in verdächtigen Fällen die klinische Diagnose über allen Zweifel zu erheben. Die klinischen Symptome der Krankheit sind in ausgesprochenen Fällen ja so charakteristische, dass sich mit grosser Sicherheit eine Diagnose stellen lässt. Ganz anders verhält es sich aber in Fällen, in welchen die ärztliche Beobachtung der Krankheit nicht von Beginn an erfolgt war, oder wo es sich um leichtere Fälle handelt, wo Complicationen mit anderen Krankheiten vorliegen, sowie überall da, wo es sich um den Ausschluss der Diagnose Typhus abdominalis handelt. Die Heranziehung der Serodiagnostik zur Diagnose des Typhus abdominalis wird in dem Capitel Sero-Diagnostik beschrieben werden, weshalb an dieser Stelle auf den betreffenden Abschnitt verwiesen wird.

Die Typhusbacillen können während des Verlaufes der Krankheit durch die Fäces, durch den Urin und in seltenen Fällen auch durch den bacillenhaltigen Auswurf excernirt, beziehungsweise secernirt werden. Die Methoden des Nachweises und der Identificirung, wobei es sich namentlich um die Anstellung des Züchtungsverfahrens und der Agglutinationsprobe und des *Pfeiffer*'schen Versuches handelt, sind in allen

drei Fällen gleich. Der Nachweis der Typhusbakterien in Blutproben, welche aus Roseolen oder dem circulirenden Blute gewonnen sind, wird im Capitel „Bakteriologische Untersuchung des Blutes“ kurz beschrieben werden (s. d.).

Besondere Wichtigkeit besitzt der Nachweis der Typhusbakterien für die Feststellung der Verbreitung des Typhus und die Verhütung der Uebertragung. Ganz besonders ist das der Fall bei den leichten Typhusfällen, sogenanntem Typhus ambulatorius, welcher oft nur mit ganz geringen oder wenig ausgesprochenen Symptomen verläuft und bei dem die betreffenden Menschen, deren Krankheit einer anderen Diagnose häufig verfällt, den Infectionsstoff verbreiten können. Die neuesten Untersuchungen, welche unter *Robert Koch's* und *Frosch's* Anleitung in Westdeutschland an den verschiedensten Orten angestellt sind, haben ergeben, dass auch ganz gesunde Menschen, welche mit Typhuskranken in Berührung gekommen waren, den Infectionsstoff bei sich beherbergen und ausscheiden und so die Krankheit verbreiten können, ohne selbst zu erkranken. Die sogenannten Contactinfectionen, deren Bedeutung längere Zeit vernachlässigt worden ist, spielen bei der Uebertragung des Typhus abdominalis eine ganz besondere Rolle. Nur durch sie ist es zu erklären, dass der Typhus in Gegenden, wo die Wasserversorgung eine einwandsfreie ist, sich trotzdem dauernd hält.

Morphologische und biologische Eigenschaften.

Der Typhusbacillus ist ein Kurzstäbchen mit leicht abgerundeten Ecken, 1—2 μ Länge. In den Nährböden bildet er häufig Fäden von wechselnder Länge. Er färbt sich gut mit den gewöhnlichen Anilinfarben, ist dagegen nach *Gram* nicht färbbar. Der Typhusbacillus besitzt eine grosse Beweglichkeit. Es ist allerdings nothwendig, die Beweglichkeit zu prüfen bei Culturen, die auf einem zusagenden Nährboden gewachsen sind. Ein Haupterfordernis dafür ist ein bestimmter Alkalitätsgrad der Nährmedien. Man kann im allgemeinen sagen, dass die Typhusbacillen eine schwach alkalische Reaction des Nährsubstrates am meisten bevorzugen. Der Typhusbacillus besitzt eine grosse Anzahl Geisseln, welche rings um den Bacillenleib angeordnet sind. Sporenbildung ist bis jetzt nicht nachgewiesen worden. Der Typhusbacillus entwickelt sich gut auf den meisten gebräuchlichen Nährböden, falls dieselben nicht zu stark alkalisch oder zu sauer sind. Das Wachsthum auf Agar bietet wenig Charakteristisches; auf Agaroberflächenplatten sind die Colonien etwas kleiner als gleichalterige Bact coli-Colonien. Die Gelatine wird nicht verflüssigt, die Oberflächencolonien haben eine Form, welche nicht unzutreffend als Weinblattform beschrieben wird. Die Ränder der Colonie sind gezackt und im Innern weisen dieselben eine Blattrippen ähnliche Structur auf. Auf Kartoffeln bildet der Typhusbacillus beim Wachsthum ein ganz zartes Häutchen im Gegensatz zum Bact. coli, dessen Wachsthum in Form eines ziemlich dicken Ueberzuges erfolgt. Es giebt indessen auch Kartoffelsorten, auf welchen der Typhusbacillus ganz ähnlich dem Bact. coli wächst. Bouillon und Peptonlösung werden gleichmässig vom Typhusbacillus getrübt.

Differentialdiagnostisch wichtige biologische Merkmale des Typhusbacillus.

Wachsthum in Lackmusmolke. *Petruschky* hat eine Lackmusmolke angegeben, mit Hilfe welcher der Typhusbacillus von einer

ganzen Anzahl nahestehender Bakterienarten differenzirt werden kann. Dieselbe wird in folgender Weise hergestellt. Man versetzt frische Kuhmilch so lange mit verdünnter Salzsäure, bis das Casein in kleinen Flocken sich ausscheidet. Die festen Bestandtheile werden abfiltrirt und das Filtrat wird mit Natronlauge neutralisirt. Nach Sterilisirung durch mehrstündiges Kochen und Filtration wird die Neutralität nochmals geprüft, beziehungsweise hergestellt. Auf 100 Theile dieser neutralen Molke werden 5 Ccm. Lackmuslösung zugesetzt. Die fertige Lackmuslösung muss eine neutralviolette Farbe aufweisen.

Die meisten Bact. coli-Arten des Darmes rufen in dieser Molke beim Wachsthum eine leichte milchige Trübung und durch die Production von Säuren eine ziemlich intensive rothe Färbung hervor, während der Typhusbacillus nur eine ganz geringe Verfärbung des violetten Tones in den rothen hervorruft. Wichtig ist namentlich, dass verschiedene Bact. coli-Arten, welche im Darme gesunder Menschen, aber auch in Typhusstühlen speciell häufig beobachtet werden, die sogenannten Alkalibildner (Bac. faecalis alcaligenes) mittels Wachsthums in Lackmusmolke ziemlich leicht differenzirt werden können. Diese Alkalibildner, welche ebenso wie der Typhusbacillus ausserordentlich lebhaft beweglich sind, färben die Lackmusmolke stark blau infolge der Production von Alkali. Wenn man die Prüfung des Typhusbacillus mittels Wachsthums in Molke vornimmt, ist es stets nothwendig, Controlen mit echten Typhusstämmen, echten Bact. coli-Stämmen sowie mit ungeimpften Röhrchen, welche gleichfalls im Brutschrank bei 37° C. gehalten werden, anzusetzen.

Die Gährungsprobe. In traubenzuckerhaltigen, flüssigen Nährböden bildet der Typhusbacillus selbst nach mehrtägigem Wachsthum kein Gas, während die meisten Coliarten in einer solchen 2%igen Traubenzuckerbouillon schon nach 24stündigem Wachsthum eine intensive Gasentwicklung herbeiführen.

Indolbildung. Beim Wachsthum in Peptonlösung bilden die Typhusbacillen selbst nach mehrtägigem Wachsthum keine Spur von Indol, während fast alle Colistämme Indol erzeugen. Man prüft eine Cultur auf Indolnachweis in der Weise, dass man zu einem Röhrchen von 10 Ccm. Inhalt $^1/_2$—1 Ccm einer 0,02%igen Kaliumnitritlösung und nach Durchschütteln der Flüssigkeit einige Tropfen chemisch reiner concentrirter Schwefelsäure zufügt. Ist Indol vorhanden, so färbt sich das Röhrchen roth; oft ist diese Rothfärbung eine sehr schwache. Man kann dieselbe dann deutlicher machen, wenn man das Nitrosoindol, den rothen Farbstoff, durch Amylalkohol ausschüttelt.

Wachsthum in Milch. In Milch vermehrt sich der Typhusbacillus zwar, aber nur sehr langsam. Er ruft keine Gerinnung in derselben hervor.

Wachsthum des Typhusbacillus auf zuckerhaltigen und mit Farbstoffen versetzten Nährböden. Es sind eine grosse Anzahl derartiger Nährböden angegeben worden. Der Grundgedanke bei Zusammenstellung derselben und der Combination mit färbenden Zusätzen war der, die Reductionserscheinungen, welche durch die dem Typhusbacillus nahestehenden Bakterienarten hervorgerufen werden, dem Auge vermittels der die Reductionsvorgänge begleitenden Säure- oder

Alkalientwicklung sichtbar zu machen. Eine grosse Anzahl dieser Nährböden, die sicher werthvoll für die Differentialdiagnose des Typhusbacillus von den ihm nahestehenden Arten ist, wenn es sich um die Prüfung von Reinculturen handelt, hat eine praktische Bedeutung nicht erlangt. Doch sind die von *Capaldi* und *Proskauer*, sowie namentlich der von *Rothberger* angegebene Neutralrothagar die Vorläufer gewesen für die systematischen Untersuchungen, welche *v. Drigalski* und *Conradi* unter *R. Koch* und *P. Frosch* angestellt haben. Diese Untersuchungen haben zur Zusammenstellung eines Nährbodens geführt, welcher sich hervorragend für die Differenzirung der Typhusbacillen von den ihnen nahestehenden Arten, namentlich den Bact. coli-Arten, eignet und bei der Züchtung der Typhusbacillen, namentlich aus den Fäces, Bedeutung erlangt hat. Die Herstellung desselben gestaltet sich in folgender Weise. Man versetzt 2 Liter flüssigen 3%igen Fleischwasser-Peptonagar, dem 1% Nutrose zugesetzt ist, mit einer Lösung, welche besteht aus 26 Grm. Milchzucker und 260 Ccm. wässriger Lackmuslösung, wie sie von *Kahlbaum* hergestellt wird, indem zunächst die Lackmuslösung 10 Minuten im Dampfkochtopf gekocht wird; dann wird der Milchzucker hinzugefügt und nun das Gemisch weitere 10 Minuten gekocht. Die Lackmusmilchzuckerlösung fügt man nach Abkühlung auf 40—50° C. zum Agar, der empfehlenswerther Weise auf 70° C. abgekühlt ist, hinzu, weil in der kochend heissen Lösung leicht ein Umschlag der blauen Lackmusfarbe in die braunrothe Nuance eintreten kann. Der Nährboden wird nun unter Umschütteln mit so viel heisser 10%iger Sodalösung versetzt, bis der Schaum, welcher sich beim Schütteln bildet, anfängt, sich nach einigen Minuten deutlich blau zu färben. Der Agar muss nach dem Abkühlen einen blauvioletten Farbenton besitzen. Der Alkalescenzgrad entspricht einem Zusatz von 4 Ccm. 10%iger Sodalösung, für 1 Liter Agar auf den Lackmusneutralpunkt bezogen. Es werden nun pro 100 Ccm. Nährboden je 1 Ccm. einer 1 pro mille-Krystallviolettlösung zugesetzt. Man füllt den Nährboden in *Erlenmeyer*'sche Kölbchen von 100—200 Ccm. Inhalt. Zur Herstellung der Platten, auf deren Oberflächen die Typhusbacillen gezüchtet werden sollen, wird derselbe nach Verflüssigung in den Kölbchen in Petrischalen gegossen. Um die Platten von dem auf der Oberfläche sich ansammelnden Condenswasser zu befreien, empfiehlt es sich, dieselben nach dem Giessen ½ Stunde bei 60° C. mit der Fläche nach unten in einem Wärmapparat stehen zu lassen.

Diese Milchzuckerlackmusagarplatten sind von den bisher angegebenen Nährböden entschieden die geeignetsten, um in der Praxis zur Typhusdiagnose verwandt zu werden. Man muss sich allerdings immer vor Augen halten, dass die Methode nicht etwa das leisten kann, was das Peptonanreicherungsverfahren bei der Choleradiagnose leistet. Es findet eben keine Anreicherung der Keime bei der Cultur von verdächtigem Material auf der Oberfläche der Platten statt, sondern man kann nur die etwa darin entwicklungsfähigen Keime zur Entwicklung bringen, ferner nur eine beschränkte Menge Material zur Aussaat benutzen; von der geringen Zahl von Colonien, welche man so zur Entwicklung bringt, können auch nur die wenigen benutzt werden, welche isolirt gewachsen sind. Daraus geht ohne weiteres hervor, dass beim Vorhandensein von spärlichen Typhuskeimen in dem

Ausgangsmaterial der Nachweis der Bacillen häufig nicht gelingen wird. Trotzdem nun ferner einige andere Bakterienarten, so vor allen Dingen der Bac. faecalis alcaligenes, sowie einige andere, seltener vorkommenden Bakterienarten, z. B. Subtilisarten, mit dem Typhusbacillus verwechselt werden können, ist der Nährboden doch als ein Fortschritt in der Typhusdiagnostik zu bezeichnen und besitzt entschieden in der Hand des Geübten bei der Typhusdiagnose eine praktische Bedeutung.

Auf den Platten sehen die Bact. coli-Colonien roth aus, während die Typhuscolonien erheblich kleiner und farblos oder ganz leicht bläulich und transparent erscheinen. Es kann allerdings nicht genug betont werden, dass eine erhebliche Uebung nöthig ist, um einigermassen sicher in der Erkennung der Typhuscolonien zu werden. Eine grosse Erleichterung bietet die Benutzung eines hochwerthig agglutinirenden Serums, mit dem man in verhältnismässig kurzer Zeit die verdächtigen Colonien mittels der orientirenden Agglutinationsprobe untersuchen und eventuell als Typhuscolonien erkennen und identificiren kann. In wichtigen Fällen, sowie dann, wenn diese orientirende Agglutinationsprobe kein absolut eindeutiges Resultat ergiebt, ist es allerdings stets nothwendig, die Typhusbacillen in Reincultur zu gewinnen und sie den sämmtlichen biologischen Reactionen, die von Wichtigkeit für die Differentialdiagnose sind, zu unterwerfen, sowie die Identificirung vermittels der Bestimmung der quantitativen Agglutinirbarkeit durch ein hochwerthiges agglutinirendes Typhusimmunserum und die bakteriolytische Immunitätsreaction vorzunehmen. Die ausschlaggebenden biologischen Kennzeichen sind, wie hier zusammenfassend betont werden mag, folgende: 1. leichte, Färbbarkeit mit Anilinfarben, Entfärbung nach *Gram*; 2. lebhafte Beweglichkeit in geeigneten Nährmedien; 3. Wachsthum in Gelatine ohne Verflüssigung und auf Kartoffeln in Form eines zarten, kaum sichtbaren Ueberzuges; 4. keine Indolbildung in Pepton- und Bouillonculturen nach mehrtägigem Wachsthum; 5. keine Gasbildung in traubenzuckerhaltigen Nährböden; 6. Wachsthum in Lackmusmolke mit geringer Säurebildung ohne starke Trübung der Molke; 7. Milch darf nicht coagulirt werden; 8. bei Wachsthum auf Neutralrothagar darf keine Veränderung des Nährbodens eintreten. In der von *Barsieckor* und *Klopstock* empfohlenen Nutrosetraubenzuckerlösung muss Säurebildung und Gerinnung eintreten, auf dem *v. Drigalski-Conradi*'schen Nährboden müssen die Culturen als oberflächliche, ziemlich klar durchscheinende, thautropfenähnliche Gebilde wachsen, ohne eine milchige Trübung bei durchfallendem Lichte erkennen zu lassen. In der Umgebung der kleinen, kreisrunden Colonien darf der Nährboden nicht in seiner Farbe verändert sein und die Colonien selbst müssen farblos sein. Der Geübte kann in der That mit einiger Sicherheit die Colonien des Typhusbacillus auf dem Milchzucker-Lackmus-Nährboden auf diese Weise erkennen.

Ausser diesen Reactionen ist es nun stets nothwendig, die Agglutinationsprobe genau in derselben Weise, wie dieselbe für die Identificirung der Cholerabakterien mittels eines hochwerthig agglutinirenden Choleraserums beschrieben worden ist, anzustellen. Auch die Bestimmung der quantitativen Agglutinirbarkeit ist genau nach den von *Pfeiffer* und *Kolle* angegebenen Methoden auszuführen.

Die Anstellung des *Pfeiffer*'schen Versuches geschieht genau nach denselben Principien, wie dies für Cholerabakterien bei der Choleradiagnose beschrieben ist. Die Auflösung der Typhusbacillen erfolgt selbst bei Benutzung eines hochwerthigen bakteriolytischen Typhusserums indessen nicht in der gleichen Weise, wie dies bei Cholera beobachtet wird. Die Typhusbacillen werden in dem Peritoneum der Meerschweinchen viel langsamer aufgelöst. Die Kügelchenbildung tritt nicht so rasch und gleichmässig bei allen Exemplaren ein, wie dies von den Vibrionen unter dem Einfluss des hochwerthigen Choleraserums bekannt ist. Wie *Pfeiffer* und *Kolle* feststellten, welche diese Phänomene bei Typhusbacillen zuerst eingehend studirt haben und die praktische Brauchbarkeit der Benutzung dieser Immunitätsreaction zur Identificirung des Typhusbacillus von den ihm nahestehenden Arten empfohlen haben, findet die Auflösung der Typhusbacillen im Peritoneum der Meerschweinchen in ähnlicher Weise statt, wie etwa die Auflösung eines Stückchen Zuckers in Wasser. Die Bakterien scheinen nach geringer Quellung in der umgebenden Peritonealflüssigkeit zu zerfliessen, ihre Ränder erscheinen wie angenagt und unter zunehmendem Substanzverlust und Abnahme ihrer Grösse verfallen sie, ohne dass es regelmässig zu einer Granulabildung gekommen ist, der Auflösung. Voraussetzung für die Ausführung derartiger Versuche ist ein hochwerthig bakteriolytisches Serum, welches am besten von Ziegen oder Kaninchen durch länger dauernde subcutane Vorbehandlung dieser Thiere mittels abgetödteter und später lebender Typhusculturen gewonnen wird.

Die Pathogenität der Typhusbacillen für Versuchsthiere ist eine ziemlich geringe. Durch die dem natürlichen, beim Menschen vorkommenden Infectionsmodus per os entsprechende Infection ist es bisher nicht gelungen, Thiere mit Typhus zu inficiren. Auch der anderweitigen experimentellen Infection setzen die meisten Versuchsthiere einen ziemlichen Widerstand entgegen. So gelingt es vom subcutanen Gewebe aus erst bei Anwendung sehr grosser Bakterienmengen bei den meisten Versuchsthieren eine krankmachende, beziehungsweise tödtliche Wirkung hervorzurufen. Am geeignetsten für die Virulenzprüfung erweisen sich Meerschweinchen bei intraperitonealer Injection. Die Virulenz der einzelnen Typhuskulturen, wie man sie aus dem typhuskranken Menschen oder der Typhusleiche isolieren kann, ist grossen Schwankungen unterworfen. Es giebt Stämme, welche bei $^1/_{10}$, ja $^1/_{20}$ Oese imstande sind, Meerschweinchen innerhalb 12—24 Stunden bei intraperitonealer Einverleibung zu tödten. Bei anderen Culturen liegt die Dosis letalis minima bei $^1/_4$—$^1/_2$ Oese. Es findet, wenn die Dosis letalis minima überschritten ist, bei den virulenten Culturen eine lebhafte Vermehrung der Typhusbacillen im Peritoneum der Thiere statt. In das Blut dringen dieselben nur dann ein, wenn der Process zum Tode führt, und sind bei den gestorbenen Thieren ausser im Peritoneum im Blute und in den Organen durch Cultur und mikroskopisches Präparat nachzuweisen. Die Giftstoffe der Typhusbacillen sind in den Bakterienleibern enthalten, genau wie bei den Cholerabakterien. Ausser diesen intracellulären Giften, welche in Agarculturen sich leicht nachweisen lassen, sind extracelluläre Gifte, welche ähnlich wie das Diphtheriegift secernirt werden, und in den Nährböden in löslicher Form enthalten sind, bisher nicht nachgewiesen worden.

Zum Nachweis der Typhusbacillen in dem Urin Typhuskranker oder im Auswurfe solcher Patienten sind dieselben Methoden heranzuziehen, wie sie für die Züchtung und Identificirung der Typhusbacillen aus Fäces in Betracht kommen. In jedem Material, in welchem die Typhusbacillen mit anderen Bakterien reichlich vergesellschaftet sind, empfiehlt es sich, eine Verdünnung des Ausgangsmaterials in steriler Bouillon vorzunehmen. Man verfährt dann so, dass 1—2 Oesen

des verdächtigen Ausgangsmateriales in 5—10 Ccm. Bouillon verdünnt werden. Nach gutem Umschütteln werden von dieser Aufschwemmung 1—2 Oesen auf die verschiedenen Nährböden übertragen. Bei Benutzung von Gelatineculturen werden die Verdünnungen in der üblichen Weise hergestellt. Bei Benutzung der gefärbten Nährböden, wie sie die mit Neutralralroth oder Lackmuslösung versetzten, gefärbten Agarplatten darstellen, kann man die Vertheilung des Materials entweder mittelst eines Glasspatels oder mittels eines feinen Platinpinsels oder auch in der üblichen Weise mittels einer Platinöse vornehmen. Es empfiehlt sich, immer einige Serien von Platten herzustellen. Man wird dann mit Sicherheit auf der einen oder anderen Platte isolirte Colonien erzielen. Sind die Colonien auf den gefärbten Nährböden — namentlich gilt dies auch für den Lackmus-Milchzuckeragar — zu dicht gesäet, so wird der Nährboden in seiner Gesammtheit von den säurebildenden Colonien, wie sie Bact. coli und ähnliche Bakterienarten darstellen, so stark gesäuert und roth gefärbt, dass die Typhuscolonien nur kümmerlich zur Entwicklung kommen und ausserdem nicht immer kenntlich erscheinen.

Bei der Züchtung der Typhusbacillen aus Fäces muss man sich immer vor Augen halten, dass die Typhusbacillen häufig nur in geringer Menge im Stuhl enthalten sind. Der Typhusbacillus ist nicht wie der Choleravibrio nur ein Bewohner des Darminhalts und des Darmepithels, sondern er dringt von der Darmschleimhaut in die verschiedensten Organe des Körpers ein. Er ist nachgewiesen worden in den Lymphdrüsen, im Blut und in der Milz. Es ist schon hieraus ohne weiteres ersichtlich, dass es klinisch schwer verlaufende Typhusfälle geben kann mit Verbreitung des Typhusbacillus innerhalb des Blutes und der verschiedensten Organe, ohne dass es zu einer Ueberschwemmung des Darmcanals mit den Typhusbacillen zu kommen brauchte, in ähnlicher Weise, wie bei der Mehrzahl aller Cholerafälle eine gewaltige Vermehrung der Kommabacillen innerhalb des Dünndarms und seines Epithels stattfindet. So lange wir deshalb nicht über ein Anreicherungsverfahren beim Typhus abdominalis verfügen, sind wir auch nicht in der Lage, aus dem negativen Ausfall der Untersuchung mit einer auch nur ähnlich annähernden Sicherheit, wie dies bei der Benutzung des Peptonverfahrens bei der Choleradiagnose der Fall ist, sagen zu können, dass ein negativer Ausfall des Züchtungsverfahrens das Vorhandensein von Typhus unwahrscheinlich macht.

Selbst bei mehrmaliger Wiederholung des Züchtungsverfahrens kann es in zweifellos sicheren Typhusfällen nicht gelingen, die Typhusbacillen mittels eines der bis jetzt bekannten Züchtungsverfahren aus den Fäces zu isoliren. In diesen Fällen ist die Untersuchung des Urins, des Sputums und des Blutes, sowohl des aus den Roseolen wie des mittels Venenpunction gewonnenen, auf Typhusbacillen zur Ergänzung heranzuziehen. Auch ist die Serodiagnostik in Anwendung zu bringen.

Dysenterie.

Bis in die letzten Jahre des vergangenen Jahrhunderts hielt man die Dysenterie für eine einheitliche Krankheit nicht nur vom klinischen und pathologisch-anatomischen, sondern auch vom ätiologischen Standpunkte aus. Es war allerdings immer aufgefallen, dass die Dysenterie in manchen Ländern auffallend häufig zu Leberabscessen führte, während sie bei epidemischer Ausbreitung, namentlich in den Ländern der gemässigten Zone, keine Leberabscesse setzte. Es wurde die von *Loesch* in St. Petersburg und später von *Koch* und *Kartulis* in Aegypten in den Entleerungen Ruhrkranker gefundene Amöbenart für die Ursache der Dysenterie gehalten. Der Nachweis dieser Ruhramöben war bei grossen Epidemien verschiedentlich nicht gelungen. Im Jahre 1898 beschrieb *Shiga* eine Bakterienart, welche er als die Ursache der Dysenterie betrachtete, und zwar haupt-

sächlich als Ursache der epidemischen Ruhr, die im Gegensatz zu der endemischen in tropischen Ländern vorkommenden Amöbendysenterie nicht durch diese Protozoen, sondern eben durch die von ihm entdeckten Bacillen hervorgerufen sein sollte. *Shiga* konnte in zahlreichen Fällen von Dysenterie im Darminhalt der Ruhrleichen sowie in den Fäces der Ruhrkranken den Bacillus nachweisen. *Kruse* gebührt das Verdienst, in Deutschland die Ruhrfrage vom ätiologischen Standpunkte untersucht und zur Klärung der Ruhrfrage wesentlich beigetragen zu haben. Er sowohl wie *Flexner*, welcher in Nordamerika und den Philippinen die Ruhr studirte, kamen zu ganz ähnlichen Ergebnissen wie *Shiga*. Es ist nicht daran zu zweifeln, dass alle drei Forscher den gleichen Bacillus isolirt haben. Zahlreiche Untersuchungen, welche von anderen Forschern angestellt sind, unter denen wir namentlich *Pfuhl*, *Schmiedicke*, *Strong*, *v. Drigalski*, *Jürgens* und *Lentz* zu nennen haben, lassen es ziemlich gesichert erscheinen, dass wir zwei Arten von Ruhr zu unterscheiden haben, die in den Tropen endemische oder Amöbendysenterie, welche neuerdings vielfach als Amöbenenteritis bezeichnet wird, und die Bacillendysenterie, die eigentliche epidemische Ruhr, deren muthmasslicher Erreger der von *Shiga-Kruse* beschriebene Bacillus dysenteriae ist.

Es bestehen auch klinische Unterschiede bei beiden Formen der Dysenterie. Während bei der Amöbenenteritis die Allgemeinerscheinungen zurücktreten und sich weit häufiger chronische Erkrankungen, geschwürige Processe im Darm und Abscedirung der Leber an die Enteritis anschliessen, verläuft die Bacillendysenterie mehr unter dem Bilde einer acuten Erkrankung, welche ziemlich schwere allgemeine Erscheinungen setzt. Die Störungen im Darm betreffen hauptsächlich die oberflächlichen Epithelschichten, erst secundär kommt es zu Veränderungen der tieferen Darmschichten. Die Dysenteriebacillen finden sich vorwiegend im Darminhalt und in den oberflächlichen Schleimschichten. Nur selten dringen sie in das Innere des Körpers ein. So sichere Beweise, wie wir für die ätiologische Bedeutung der Cholerabakterien, Typhusbacillen, Milzbrandbakterien, Tuberkelbacillen u. s. w. und für die zugehörigen Krankheiten besitzen, sind bisher für den Dysenteriebacillus nicht beigebracht worden, doch sprechen viele Thatsachen für die ätiologische Bedeutung des Bacillus. Dahin gehört vor allen Dingen die Thatsache, dass das Serum von vielen Dysenteriekranken und Dysenteriereconvalescenten in einer solchen Concentration den Dysenteriebacillus agglutinisirt, wie es bei dem Serum von gesunden oder an anderen Krankheiten leidenden Menschen nicht gefunden wird. Auch sind bisher bei Dysenteriekranken, welche unzweifelhaft an der beschriebenen Form der Krankheit litten, die Bacillen sehr häufig gefunden worden, und endlich ist ihr Nachweis bei Gesunden, welche mit Dysenteriekranken oder dem Infectionsstoff nicht in Berührung gekommen sein konnten, bisher nicht gelungen.

Für den klinischen Nachweis der Bacillen kommen allein die Fäces in Frage.

Morphologie, Färbbarkeit, Beweglichkeit, culturelles Verhalten. Der Bac. dysenteriae ist ein kurzes Stäbchen, ungefähr von der Grösse des Typhusbacillus, im allgemeinen etwas plumper. Der Bacillus neigt dazu, an den Enden zugespitzt zu erscheinen. Auf Nährböden werden leicht Involutionsformen gebildet; Sporen sind bisher nicht beobachtet. Der Bacillus ist unbeweglich, Geisseln sind an ihm nicht nachgewiesen. Im hängenden Tropfen zeigt sich häufig eine so lebhafte moleculare Bewegung, dass sie von Ungeübten mit echter Beweglichkeit verwechselt werden kann. Mit den gewöhnlichen Anilinfarben lassen sich die Bakterien ausserordentlich leicht färben. Bei der *Gram*'schen Methode tritt Entfärbung ein. Auf den gebräuchlichen bakteriologischen Nährböden wächst der Bacillus bei leicht alkalischer Reaction ausserordentlich gut, am besten bei einer Temperatur von 37°, entwickelt sich indessen auch bei allen Temperaturen, die über 6° C. liegen. Das Wachsthum kann aerob wie anaerob sein. In der Gelatine tritt keine Verflüssigung ein. Die Colonien haben eine grosse Aehnlichkeit mit Typhuscolonien, zeigen auch wie diese häufig gezackte Ränder und weinblattartige Structur, namentlich bei Oberflächenculturen. Auf Kartoffeln ist das Wachsthum den Typhusbacillus gleichfalls sehr ähnlich. Auf Agaroberflächenplatten ist das Wachsthum ein üppiges, wenn

auch etwas weniger starkes als das des Typhusbacillus und des Bacterium coli. Die Colonien sowie die Culturen auf schräg erstarrtem Agar sind leicht fadenziehend. In Bouillon tritt eine gleichmässige Trübung ein und es bildet sich ein Bodensatz. Sterilisirte Milch wird nicht zum Gerinnen gebracht. In Traubenzuckeragar wird kein Gas gebildet, der *Rotberger*'sche Neutralrothagar wird nicht verändert, auf Lackmusmilchzuckeragar bildet der Bacillus nach 24stündigem Wachsthum bei 37° C. thautropfenähnliche Colonien von circa 1 Mm. Durchmesser. Die Colonien verändern den Agar in ihrer Umgebung nicht im mindesten und zeigen eine leicht milchige Trübung. Das Gleiche ist der Fall auf Lackmusmaltose und Lackmusmannitagar.

Die Dysenteriebacillen sind nicht sehr widerstandsfähig gegen äussere Einflüsse. Im angetrockneten Zustande gehen sie nach 8—10 Tagen zugrunde, in feuchtem Zustande halten sie sich selbst bei Gegenwart von anderen Bakterien längere Zeit, bis zu mehreren Monaten lebensfähig. In Substraten mit saurer Reaction sterben sie ziemlich bald ab. 0,5%ige Phenollösung tödtet die Bacillen in 6 Stunden, 1%ige in 30 Minuten, 3%ige in 1—2 Minuten ab. Sublimatlösung (1 : 2000) tödtet die Bacillen sofort. Directes Sonnenlicht zerstört sie in 30 Minuten. Bei Erwärmung auf 58° C. werden die Dysenteriebacillen in 1 Stunde abgetödtet, gegen Kälte sind sie ziemlich widerstandsfähig; sie können in eingefrorenem Zustande bis zu mehreren Monaten sich lebensfähig erhalten.

Differenzirung. Zur Differenzirung kommen in Betracht der Nachweis oder das Fehlen der Indolbildung in Bouillon, das Wachsthum in Lackmusmolke und in Traubenzuckeragar, ferner die Cultur in Lackmus-Mannitagar nach *Lentz* sowie in Lackmusnutroseagar oder Lackmusnutrosebouillon nach *Klopstock* und *Neufeld*. Das wichtigste Mittel zur Differenzirung von Ruhrbacillen und ruhrähnlichen Bakterien und Typhusbacillen, welche unter Umständen mit ihnen verwechselt werden können, ist ein hochwerthig agglutinirendes Ruhrserum, welches am besten durch intravenöse Vorbehandlung von Ziegen oder Kaninchen mit den Ruhrbacillen gewonnen wird. Von dem hochwerthig agglutinirenden Serum werden Verdünnungen mit 0,8%iger Kochsalzlösung hergestellt, welche behufs völliger Klärung nochmals durch gehärtete Filter filtrirt ist. Die Methoden sind die gleichen, wie sie bereits bei Cholera und Typhus beschrieben sind (s. d.). Es kann sowohl die orientirende Agglutinationsprobe wie die quantitative Bestimmung der Agglutinirbarkeit im Reagensglase herangezogen werden.

Thierpathogenität. Es ist bisher nicht gelungen, bei Thieren mit den Reinculturen der Dysenteriebacillen durch Verfütterung eine dysenterische Erkrankung und die für den Dysenterieprocess charakteristischen Veränderungen im Darm hervorzurufen. Dagegen entfalten die Dysenteriebacillen bei Einverleibung in Versuchsthiere, mag man nun die intravenöse, intraperitoneale oder subcutane Injection lebender oder abgetödteter Ruhrbacillen vornehmen, sehr ausgesprochene pathogene Eigenschaften, die hauptsächlich in einer intensiven Giftwirkung zutage treten. Die Dysenteriebacillen vermehren sich im Körper der Versuchsthiere, wenn sie nicht in ganz enormen Mengen eingeführt werden, im allgemeinen nicht, sondern gehen nach der Einverleibung darin zugrunde, dabei werden ausserordentlich stark wirkende Gifte frei, welche offenbar in den Bakterienleibern selbst enthalten sind. Diese Gifte können ganz acut den Tod der Thiere herbeiführen. Es genügen $^1/_2$—1 Mgrm. abgetödteter Agarculturmasse, um ein Meerschweinchen von 300 Grm. Gewicht zu tödten. Bei Hunden und Ziegen genügen die gleichen Mengen für die gleiche Menge Körpergewicht. Auch grössere Thiere, Esel und Pferde, sind sehr empfindlich gegen die Giftwirkung der subcutanen oder anderweitigen Injection von abgetödteten Dysenteriebakterien. Der Mensch reagirt auf die subcutane

Injection kleiner Mengen, z. B. 1—2 Mgrm., abgetödteter Cultur mit ziemlich starkem Fieber, Kopf- und Gliederschmerzen. Die Reaction kann unter Umständen sehr stark sein. Auch an der Injectionsstelle tritt eine starke Entzündung ein. Bei den infolge der Giftwirkung gestorbenen Thieren findet man die serösen Häute stark hyperämisch. Der Darm findet sich mit flüssigem Inhalt gefüllt, die Schleimhaut des Darmes ist hyperämisch und nicht selten mit Blutextravasaten besetzt. Auch in den serösen Häuten, namentlich dem Brustfell und Herzbeutel, findet man nicht selten starke hämorrhagische Ergüsse.

Bakteriologische Diagnose der Ruhr durch Nachweis der Bacillen. Es kommen für die bakteriologische Diagnose beim Lebenden die Fäces, bei Leichen der Darminhalt, beziehungsweise Stücke der Darmwand in Frage. In allen Fällen empfiehlt es sich, von dem Untersuchungsmaterial ein gefärbtes Deckglaspräparat herzustellen. Zur Färbung benutzt man eine im Verhältnis 1:9 mit Wasser verdünnte *Ziehl*'sche Lösung. Zur Herstellung des Präparates benutzt man, wenn möglich, Schleimflöckchen. In frischen und acuten Fällen von Dysenterie findet man häufig eine Reincultur von kurzen Stäbchen, die zum grossen Theil in Eiterkörperchen eingeschlossen liegen. Es lässt sich durch das mikroskopische Präparat indessen eigentlich nie mit Sicherheit die Diagnose Ruhr stellen. Unter allen Umständen muss das Züchtungsverfahren angewandt werden. Ein Anreicherungsverfahren, ein Analogon des Peptonanreicherungsverfahrens der Choleravibrionen, besitzen wir bis jetzt nicht. Zur Züchtung fischt man sich eine Schleimflocke aus den Fäces, beziehungsweise aus dem Darminhalt, wäscht dieselbe in sterilem Wasser und benutzt dieselbe zur Beschickung 1. von Gelatineplatten, 2. von Agarplatten, 3. von Lackmusmilchzuckeragarplatten, 4. von Lackmusmannitagar.

1. Gelatineplatten. Gewöhnliche Nährgelatine von schwach alkalischer Reaction wird in der gewöhnlichen Weise beschickt. Es werden Verdünnungen hergestellt und Platten gegossen, die nach 48 Stunden bei Zimmertemperatur untersucht werden. Findet man weinblattartige Colonien ähnlich den Typhuscolonien, so sind dieselben abzustechen zur Gewinnung von Reinculturen und weiter zu prüfen. Es gelingt vielfach, schon aus den Gelatineplatten bei typischen Ruhrfällen die Ruhrbacillen zu isoliren, da sich die Oberflächencolonien von denjenigen des Bacterium coli, die einen mehr ins Braune gehenden Farbenton aufweisen, unterscheiden lassen.

2. Oberflächenausstriche auf Agarplatten. Das Material wird auf den Agarplatten in der gleichen Weise vertheilt, wie dies für die Aussaat von cholera- und typhusverdächtigem Material beim Abschnitt Cholera und Typhus beschrieben worden ist. Nach 24stündiger Bebrütung bei 37° C. werden die Culturen untersucht. Es kann auf diese Weise gelingen, die etwas kleineren und durchscheinenderen Colonien des Ruhrbacillus neben den Bacterium coli-Colonien zu erkennen. Sie werden abgeimpft und die Culturen weiter geprüft, namentlich mittels der Agglutinationsprobe. Es empfiehlt sich, nur diejenigen Colonien zur Weiterzüchtung von den Agarplatten abzustechen, welche mittels der orientirenden Agglutinationsprobe als verdächtig erkannt sind.

3. Oberflächenausstriche auf dem Lackmus-Milchzuckeragar und Lackmusmannitagar. (Ueber die Zusammensetzung des-

selben s. bei Typhus.) Es ist empfehlenswerth, für die Züchtung der Dysenteriebacillen den Zusatz von Krystallviolett fortzulassen. Nach 24stündiger Bebrütung findet man, falls sich Dysenteriebacillen in dem Untersuchungsmaterial, mit dem die Platte beschickt war, befanden, Colonien, welche wie Thautröpfchen aussehen, ungefähr 1 Mm. im Durchmesser haben, kreisrund erscheinen und ziemlich scharf contourirt sind. Sie sind fast durchsichtig, weisen aber eine leichte, milchige Trübung auf. Diese Colonien werden der orientirenden Agglutinationsprobe unterworfen. Falls sie in dem hochwerthig agglutinirenden Serum bei starken Verdünnungen agglutinirt werden, während sie in den Controlen, mit der zehnfach stärkeren Concentration des normalen Serums nicht agglutinirt sind, werden Reinculturen von ihnen angelegt, um sie mittels des hochwerthig agglutinirenden Dysenterieserums im quantitativen Agglutinationsversuch als Dysenteriebacillen zu bestimmen. Wo es sich darum handelt, mit absoluter Sicherheit die Diagnose zu identificiren, ist es nothwendig, mit den rein gezüchteten Bakterien die anderen biologischen Reactionen, wie sie in dem Wachsthum der Bakterien auf den verschiedenen Nährböden zutage treten, weiter zu studiren.

Die Serodiagnostik der Dysenterie wird weiter unten besprochen (siehe Serodiagnostik).

Andere selten vorkommende pathogene Mikroorganismen, welche in den Fäces nachgewiesen werden können und deren Nachweis diagnostische Bedeutung besitzen kann.

Hieher gehören Tuberkelbacillen, Pestbacillen, Milzbrandbakterien, Eiterbakterien, Bact. pyocyaneus.

1. Tuberkelbacillen.

Der Nachweis der Tuberkelbacillen in den Fäces kann nur dann für die Diagnose einer etwaigen tuberculösen Darmerkrankung verwerthet werden, wenn die Möglichkeit ausgeschlossen ist, dass der Betreffende, dessen Fäces untersucht werden, Tuberkelbacillen, welche aus den Luftwegen stammen, mit verschluckt hat. Es ist bekannt, dass bei Menschen, von denen Auswurf nicht zu erlangen ist, weil sie denselben verschlucken, z. B. bei Kindern, der Nachweis der mit dem Sputum heruntergeschluckten Tuberkelbacillen in den Fäces durch mehrmalige Untersuchung mittels gefärbter Ausstrichpräparate gelingt, falls man nur öfter untersucht und die geeigneten Fäcespartikelchen heraussucht (Eiterflöckchen und -bröckelchen, Schleimbeimengungen). Wenn diese Möglichkeit, dass Sputum verschluckt wird, ausgeschlossen ist, so kann das Auffinden von Tuberkelbacillen in den Fäces die Diagnose Darmtuberculose ermöglichen. Ins Auge zu fassen wäre allerdings die Möglichkeit, dass eine Verwechslung der Tuberkelbacillen mit anderen säurefesten Bakterien vorkommen könnte. Bisher sind allerdings in den Fäces saprophytische, säurefeste Bakterien (aus der Gruppe der sogenannten Thimotebacillen) in grösserer Menge noch nicht nachgewiesen worden, wenigstens nicht durch das mikroskopische gefärbte Präparat, welches in diesen Fällen allein ausschlaggebend sein

kann. Ferner könnten Tuberkelbacillen in den Fäces gefunden werden bei Menschen, welche in grösserer Menge Kuhmilch trinken, in der säurefeste Bakterien oder Tuberkelbacillen vorhanden sind. In allen diesen Fällen wird es sich allerdings immer um ganz vereinzelte Tuberkelbacillen handeln. Da die Züchtung der Tuberkelbacillen aus den Fäces nicht möglich ist wegen der massenhaften anderen in denselben enthaltenen und rascher als die Tuberkelbacillen wachsenden Bakterien, und da auch Thierversuche zum Nachweis der Tuberkelbacillen in den Fäces mit den bisherigen Methoden nicht ausführbar sind, so ist man allein auf den mikroskopischen Nachweis angewiesen, eventuell unter Heranziehung von Sedimentirungsverfahren. Am besten ist es, Schleimflöckchen, Eiterbeimengungen, Schleimhautfetzen der mikroskopischen Untersuchung zu unterwerfen. Wo es sich um diarrhoische Stühle handelt, in welchen diese Bestandtheile nicht vorhanden sind und trotzdem der Verdacht auf Darmtuberculose besteht, verfährt man so, dass eine kleine Menge, 1 Ccm. der Fäces, mit 10—20 Ccm. sterilen Wassers fein verrieben wird. Aus dieser Lösung centrifugirt man dann die festen Bestandtheile aus und fertigt aus dem Centrifugenrückstand gefärbte Präparate an. Nur da, wo säurefeste Bakterien in grösserer Menge gefunden oder wo sie in Eiterzellen eingeschlossen angetroffen werden, ist man berechtigt, derartige säurefeste Bakterien für Tuberkelbacillen zu halten. Es ist allerdings stets, wenn es sich um die Diagnose einer primären Darmtuberculose handelt, der Nachweis zu führen, dass die Tuberkelbacillen wirklich und nur aus dem Darm stammen, nicht etwa mit der Nahrung oder dem Sputum in den Digestionstractus eingeführt sind. Dieser Nachweis dürfte in der Mehrzahl der Fälle aber ohne weiteres zu erbringen sein, beziehungsweise sich durch entsprechende Massnahmen herbeiführen lassen.

2. Pestbacillen.

Der Nachweis der Pestbacillen in den Fäces hat keine diagnostische Bedeutung, da in allen Fällen von Pest, wo man die Bacillen in den Fäces antrifft, durch die Untersuchung anderer Körpersecrete oder Krankheitsproducte (Buboneneiter u. s. w.) sich die Pestbacillen nachweisen lassen werden.

3. Milzbrandbakterien.

Die Diagnose des Darmmilzbrandes beim Menschen, welche allerdings eine sehr seltene Erkrankung darstellt und vorwiegend bei Leuten vorkommt, welche milzbrandinficirtes Fleisch in rohem Zustande genossen hatten (Schlächter), kann durch den Nachweis der Milzbrandbakterien in den Fäces ermöglicht werden, und zwar kommt in den Fällen, wo der Verdacht des Darmmilzbrandes besteht, das Züchtungsverfahren namentlich in Gelatine und auf Agar in Betracht. Es werden kleine Mengen der Fäces auf Gelatine und auf Agarplatten verarbeitet zwecks Isolierung der Milzbrandbakterien. Die Milzbrandbakterien

wachsen charakteristisch auf Gelatine und Agar, doch wird es zur Vermeidung von Verwechslungen namentlich mit dem Bact. subtilis und anderen, dem Milzbrande ähnlich wachsenden Bakterien, die gelegentlich im Stuhle vorkommen, nöthig sein, die Milzbrandbakterien durch den Thierversuch nach Reinzüchtung, d. h. also durch Verimpfung auf Mäuse und Meerschweinchen, weiter zu identificiren.

Der Milzbrandbacillus ist ein ziemlich grosses gerades Stäbchen, mit leicht ausgehöhlten Enden, unbeweglich und ohne Geisseln. Der Milzbrandbacillus färbt sich gut mit Anilinfarben und behält bei der *Gram*'schen Entfärbung die blaue Farbe. Der Bacillus wächst auf allen gebräuchlichen Nährböden und bildet bei Luftzutritt und Temperaturen von 15° C. bis 37° C. Sporen. In Gelatine, welche verflüssigt wird, sowie auf Agar weisen die Colonien ein charakteristisches Bild auf. Man sieht bei schwacher Vergrösserung deutlich die aus Bacillen bestehenden Fäden, welche wie Haarlocken angeordnet sind und namentlich am Rande der Colonien lebhaft an Mähnen erinnern. Bei Verimpfung auf empfängliche Thiere, von denen für diagnostische Zwecke in erster Linie Mäuse und Meerschweinchen in Betracht kommen, finden sich die Milzbrandbacillen in grossen Mengen in allen Organen, im Blut, sowie in dem bei subcutaner Impfung an der Hautstelle sich bildenden blutigen Oedem. Schnittpräparate zeigen, wie alle Gefässe von den Bacillen erfüllt, gleichsam vollgestopft sind.

Differentialdiagnostisch wichtig ist die Kapselfärbung, die bei Deckglasausstrichen aus dem Thierkörper am besten nach der Kapselfärbung von *Johne* (siehe „Methoden") gelingt. Derartige Präparate müssen in Wasser untersucht werden.

4. Eitererreger.

In seltenen Fällen kann der Nachweis von Eitererregern, Streptokokken und Staphylokokken, in den Fäces von diagnostischer Bedeutung sein. Von *Beck* ist ein choleraähnlicher Krankheitsfall beschrieben worden, bei welchem Streptokokken, die in Bouillon in kurzen Ketten wuchsen, in Reincultur in den Fäces vorhanden waren. Es konnte auf diese Weise der Nachweis geführt werden, dass der betreffende Krankheitsfall kein Cholerafall war, wie auch die späteren negativen Untersuchungen auf Cholerabakterien ergaben. Beim Durchbruch von Eiter z. B. aus perityphlitischen Abscessen etc. können neben dem Eiter auch die ursächlichen Momente der Eiterung, die Streptokokken und Staphylokokken, in den Fäces erscheinen. Der Nachweis derselben ist ausser durch das mikroskopische Präparat vor allem durch das Züchtungsverfahren zu erbringen und die weitere Identificirung wird nach den Methoden erfolgen müssen, die für die Züchtung und Identificirung der Streptokokken und Staphylokokken ausschlaggebend sind.

Nur wenn die genannten Eitererreger in grösseren Mengen in den Fäces erscheinen, dürfte dem Befunde diagnostisch Beweiskraft innewohnen.

Streptokokken. Unbewegliche Kokken, welche sich leicht mit Methylenblau und Fuchsinlösung, sowie nach *Gram* färben, bilden auf Nährböden, namentlich in Bouillon, sowie im Thier- und Menschenkörper Ketten von 8, 10, 20 und mehr Gliedern, präsentiren sich aber auch in Diplokokkenform. Die Gelatine wird nicht verflüssigt. Auf Agar sind die Colonien am charakteristischesten. Das Centrum ist dunkler als der Rand, der häufig in Schlingen, entsprechend einzelnen Ketten, sich auflöst. Das Centrum der Colonie erscheint fein granulirt. Streptokokken wachsen am besten in schwach alkalischen Nährböden. In Bouillon wachsen die Streptokokken bald unter diffuser Trübung, bald in

Form von Flocken, welche der Wand anhaften, während die Bouillon klar bleibt. Die echten pathogenen Streptokokken müssen in Bouillon stets Glieder von mehr als 8 Gliedern bilden. Die empfänglichsten Versuchsthiere sind Mäuse und Kaninchen, bei denen entsprechend der Virulenz der verimpften Cultur locale Erkrankungen oder septische Processe (mit Eitermetastasen oder ohne dieselben) entstehen.

Staphylokokken. Kleine runde, unbewegliche Kokken, die sich gut und leicht mit den gebräuchlichen Anilinfarben sowie nach *Gram* färben, wachsen auf den meisten Nährböden, wobei ein gelbes oder weisses Pigment gebildet wird. Die Gelatine wird verflüssigt, Bouillon wird diffus getrübt. Der Thierversuch ist zur Erkennung der echten pathogenen Kokken nicht geeignet, weil die Empfänglichkeit der meisten Versuchsthiere eine sehr wechselnde ist. Für die leichte Erkennung der pathogenen Staphylokokken ist ein hochwerthig agglutinirendes Staphylokokkenserum das geeignete Mittel. Die Methoden der Agglutination sind die gleichen wie die bei Cholera, Typhus und Pest angegebenen.

5. Bacillus pyocyaneus.

Bei Kindern kann gelegentlich der durch seine Fähigkeit, einen grünlich-blauen, iridisirenden Farbstoff zu bilden, auffallende Bacillus in grösserer Menge in den Fäces gefunden werden. Es ist noch nicht entschieden, ob der Bacillus im Darm krankhafte Störungen hervorzurufen im Stande ist. Wenn er in grösserer Menge in den Fäcesculturen erscheint, so deutet es jedenfalls auf Darmstörungen hin. *Kossel* fand den Bacillus hauptsächlich bei atrophischen Säuglingen, nicht nur im Mittelohreiter, sondern auch in Fäces.

Die bakteriologische Untersuchung des Urins und der Harnröhrensekrete.

Von Dr. **W. Scholtz,** Privatdocent in Königsberg i. Pr.

A. Harn.

I. Art der Entnahme.

Der normal entleerte Urin ist stets bakterienhaltig, da er auf seiner Passage durch die Harnröhre, welche auch im gesunden Zustande immer verschiedenartige Mikroben beherbergt, stets eine kleinere oder grössere Anzahl Keime mit sich fortführt.

Für die bakteriologische Analyse muss der Harn daher unter Vermeidung der aus der Harnröhre stammenden Verunreinigung gesammelt werden. Gewöhnlich genügt es hierfür schon, die Harnröhrenöffnung, die Umgebung derselben und beim Manne nach Möglichkeit die Fossa navicularis zu reinigen, dann einen Theil des Urins entleeren zu lassen und erst die zweite Urinportion zur Untersuchung zu benützen. Nach diesem Princip verfährt man z. B. bei der bekannten Zweigläserprobe bei der Gonorrhoeuntersuchung. Exact ist diese Methode natürlich nicht, da durch die erste Urinportion doch nicht alle Keime der Urethra fortgeschwemmt werden, sondern sich in der Regel auch der zweiten Portion noch Keime beimengen.

Beim Manne kann man etwas zuverlässigere Resultate schon dadurch erzielen, dass man die ganze vordere Harnröhre mit einer Injectionsspritze oder mittels eines bis in den Bulbus eingeführten Katheters mit leichten Desinfectionsflüssigkeiten nach Möglichkeit reinspült. Die sichersten Resultate werden jedoch durch einen aseptischen Katheterismus gewonnen. Auch hierbei ist es vortheilhaft, beim Manne erst die vordere Harnröhre nach Möglichkeit zu reinigen und ebenso soll man auch bei Entnahme des Urins mittelst Katheters stets erst die zweite Urinportion zur Untersuchung benützen, da bei Einführung des Katheters leicht Keime in dem Katheterfenster haften bleiben. Absolut sterilen Urin erhält man auch auf diese Weise nicht immer, da naturgemäss bei Einführung des Katheters leicht einige Mikroben mit in die Blase verschleppt werden. Also auch durch den Katheterismus gelangt eine absolut sterile Entnahme des Urins nicht unter allen Umständen; immerhin sind diese Verunreinigungen so unbedeutend, dass sie kaum jemals diagnostische Schwierigkeiten machen.

Enthält der mittels des Katheters aus der Blase entnommene Urin Bakterien, so brauchen dieselben nicht stets aus der Blase selbst zu stammen, sondern sie können schon in den höheren Theilen des Urogenitaltraktus, dem Harnleiter oder dem Nierenbecken, dem Urin beigemischt worden sein. Eine sichere Entscheidung, ob die betreffenden Bakterien erst in der Blase dem Urin beigemengt wurden oder bereits aus dem höheren Theile des Urogenitaltraktus stammen, lässt sich nur durch einen Vergleich des Blasenurins und des Ureterenurins gewinnen.

Ein annähernd sicheres Urtheil vermag man bisweilen schon bei Anwendung folgender Methode zu fällen: Man spült zunächst die Blase mit leicht desinficirenden Lösungen und zuletzt mit warmem sterilisirten Wasser gründlich rein und untersucht dann den aus dem Katheter frisch austropfenden Urin, welcher ja nur wenige Augenblicke mit der kurz vorher gereinigten Blase in Berührung gekommen ist. Ein absolut sicheres Resultat liefert diese Methode freilich nicht und ein solches kann man nur durch die Entnahme des Ureterenharns mittels des Katheterismus der Ureteren gewinnen.

Ferner ist zu berücksichtigen, dass beim Manne auch aus dem tiefer gelegenen Abschnitte des Urogenitaltraktus, der sogenannten Pars posterior urethrae, Mikroorganismen in die Blase spontan gelangen können. Dies kann dann eintreten, wenn in dem hinteren Harnröhrenabschnitt reichlich bakterienhaltiges Secret gebildet wird. Da nach der allgemein üblichen Anschauung derartiges Secret nicht nach vorn abfliessen kann, weil hier der äussere Schliessmuskel einen kräftigen Widerstand bietet, so regurgitirt dasselbe in die Blase, weil der innere Schliessmuskel leichter nachgiebt. Eine derartige Beimischung von Bakterien zum Blasenurin kommt aber eigentlich nur bei der acuten Gonorrhoe der Pars posterior vor, da nur bei dieser Erkrankung im hinteren Urethralabschnitt Eiter von genügender Menge producirt wird, um in die Blase zu regurgitiren.

Ob wir es bei Gehalt des Urins an Gonokokken, respective gonokokkenhaltigem Eiter mit derartigem regurgitirten Secret zu thun haben, oder ob der Eiter und die Kokken in der Blase selbst producirt wurden, lässt sich durch besondere Entnahmeverfahren des Urins nicht feststellen, und man ist bei der Entscheidung dieser Frage allein auf die klinischen Symptome und die klinische Untersuchung angewiesen.

II. Die allgemeinen Untersuchungsmethoden.

Enthält der durch den Katheter entleerte Urin in sehr grosser Menge Mikroorganismen und nur relativ wenig andere corpusculäre Elemente (Bacteriurie), so sieht man dem Urin gewöhnlich schon makroskopisch den Bakteriengehalt an. Beim Schütteln eines solchen Urins wirbelt ähnlich wie in einer Bakterienbouillonkultur eine feine Staubwolke umher, wie sie bei keiner durch andere corpusculäre Elemente bedingten Trübung beobachtet wird. In solchen Fällen bringt auch die einfache mikroskopische Untersuchung eines Urintropfens im hohlgeschliffenen Objectträger oder unter dem Deckglas ohne weiteres Aufschluss über den Bakteriengehalt. Wie in einem hängenden Tropfen

einer Bakterienbouillonсultur lässt sich in solchem Falle aus jedem Urintropfen ohne weiteres feststellen, um was für eine Bakterienform es sich handelt, und ob man bewegliche oder unbewegliche Bakterien vor sich hat. Eine weitere Feststellung über die Art der Bakterien ist natürlich im allgemeinen im hängenden Tropfen nicht möglich.

In solchen Fällen von so reichlichem Bakteriengehalt des Urins (Bakteriurie) genügt natürlich auch zur culturellen Untersuchung die Verimpfung nur eines Urintropfens.

Ist der Bakteriengehalt des Urins spärlicher, so giebt die einfache mikroskopische Untersuchung eines Urintropfens überhaupt keinerlei Aufschlüsse. In solchen Fällen ist es nöthig, die spärlichen Mikroben durch besondere Verfahren zunächst im Urin zu sedimentiren.

Enthält der Urin neben den Bakterien noch reichlich Eiterkörperchen, so reicht oft schon die blosse Untersuchung des sich im Spitzglase absetzenden Bodensatzes aus, oder es genügt, den Urin mit einer gewöhnlichen Handcentrifuge zu centrifugiren. Dabei kann man die Sedimentirung häufig durch einen Zusatz gleicher Mengen 96%igen Alkohols zu dem zu untersuchenden Urin wesentlich erleichtern; hierdurch wird das specifische Gewicht herabgesetzt und die schwereren corpusculären Elemente senken sich dadurch leichter zu Boden. Besonders empfehlenswerth ist dieses Verfahren bei der Untersuchung des Urins auf Tuberkelbacillen. Nicht verwerthbar ist es bei reicherem Gehalte des Urins an Eiweiss, da dieses durch den Alkohol coagulirt wird. Ebenso ist dieses Verfahren nicht anwendbar, wenn man die Bakterien im lebenden Zustande untersuchen oder cultiviren will, da dieselben durch den Alkoholzusatz natürlich grossentheils abgetödtet werden.

Sehr spärlich im Urin enthaltene Mikroben, besonders beim Fehlen jeden Eitergehaltes, können nur mit Hilfe von Centrifugen mit Motorbetrieb sicher gewonnen werden. Auch hierbei ist ein Zusatz von Alkohol zur Herabsetzung des specifischen Gewichtes oft empfehlenswerth.

Bei sehr geringem Bakteriengehalt des Urins kann man die wenigen Mikroben auch anzureichern versuchen, indem man den Urin in sterilen Gefässen und unter Vermeidung von Verunreinigungen auffängt und nun 24—48 Stunden in den Brutschrank stellt. Oft ist es dabei vortheilhaft oder selbst erforderlich, dem Urin noch Nährstoffe (Bouillon, Blutserum etc.) hinzuzusetzen, damit die betreffenden Keime (z. B. Streptokokken etc.) genügend zu wachsen vermögen. Die Resultate sind bei derartigem Vorgehen aber doch stets mit grosser Vorsicht zu verwerthen, da auch bei subtilstem Vorgehen gelegentlich ein Keim aus der Urethra in die Blase verschleppt werden kann, wie dies bereits erwähnt wurde. Auch ist das Verfahren natürlich nur bei der Untersuchung auf solche Bakterien anwendbar, welche sich unter diesen Umständen weiter zu entwickeln vermögen. Nicht verwerthbar ist es also bei Tuberkelbacillen, und auch bei Gonokokken bietet es wenig Aussicht auf Erfolg.

Oft sind die Bakterien nicht gleichmässig im Urin vertheilt und der Harn ist nicht diffus durch pathologische Beimengungen getrübt, sondern es finden sich in dem klaren Urin nur einzelne schleimig-eitrige Flocken oder Fäden, welche von den erkrankten Schleimhautstellen stammen. In solchen Fällen ist es meist nicht nöthig, den

Urin zu centrifugiren, sondern man fischt mit der Platinöse diese Fäden und Flocken vorsichtig heraus und verarbeitet sie dann genau so wie die durch Centrifugirung gewonnenen Sedimente. Nur sehr kleine Flocken sind schwer zu „fischen" und werden bequemer durch Centrifugiren erhalten.

Die Untersuchung der so gewonnenen Sedimente findet nun auf dreierlei Art statt. Erstens auf mikroskopischem Wege, zweitens durch die Cultur und drittens durch Verimpfung auf empfängliche Thiere.

Die mikroskopische Untersuchung erlaubt dabei im allgemeinen nur festzustellen, ob überhaupt Bakterien vorhanden sind und um was für eine Bakterienform (Bacillen oder Kokken) es sich handelt. Dagegen gelingt es durch die mikroskopische Untersuchung nur dann, auch die Art der betreffenden Bakterien mit Sicherheit festzustellen, wenn dieselben entweder in morphologischer oder in tinctorieller Hinsicht besondere Characteristica besitzen. Unter den im Harn vorkommenden Bakterien ist dies nur beim Tuberkelbacillus und bis zu einem gewissen Grade beim Gonococcus der Fall. .

Die Cultur hat andererseits nur dann Aussicht auf Erfolg, wenn die im Urin enthaltenen Bakterien noch lebensfähig sind und das Wachsthum derselben auf unseren künstlichen Nährböden genügend schnell und üppig erfolgt. Der culturelle Nachweis kommt aus diesen Gründen beim Gonococcus und besonders beim Tuberkelbacillus im allgemeinen nicht in Betracht, da die im Urin enthaltenen Gonokokken meist nicht mehr genügend entwicklungsfähig sind und das Wachsthum der Tuberkelbacillen auf unseren künstlichen Nährböden zu langsam erfolgt, so dass sie von den anderen Bakterien, welche sich meist noch neben den Tuberkelbacillen im Urin finden, überwuchert zu werden pflegen. Die Verhältnisse liegen hier für die Cultur fast ebenso ungünstig wie beim Sputum.

Der Nachweis von Harnbakterien durch das Inoculationsverfahren auf empfängliche Tiere kommt eigentlich nur beim Tuberkelbacillus in Betracht, da nur dieser bei empfänglichen Tieren schon in spärlicher Anzahl mit Sicherheit charakteristische Veränderungen hervorruft.

Mikroskopische Untersuchung.

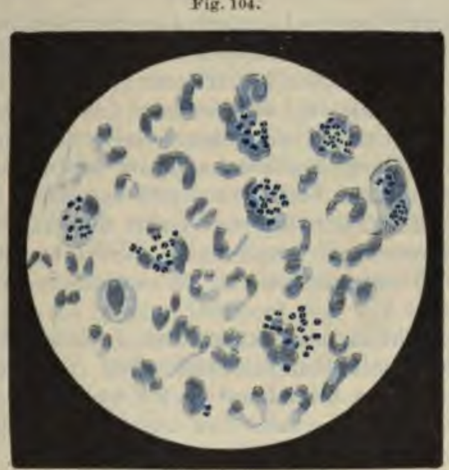
Bei der Verarbeitung der Urinsedimente zur mikroskopischen Untersuchung auf Bakterien ist es zweckmässig, stets die obersten Schichten des Sedimentes zu benutzen, da sich in diesen die grössten Mengen Bakterien und Eiterkörperchen befinden, während sich in den unteren Schichten des Bodensatzes vorzüglich die specifisch schweren Salze ablagern. Ist trotzdem der untersuchte Theil des Sedimentes von Salzen überladen, so empfiehlt *Guyon*, das Sediment vorher mit dem *Sehlen-Wendriner*'schen Reagens (concentrirte wässerige Borax-Borsäurelösung) zu behandeln, welches die salzigen Bestandtheile, besonders die Urate löst, ohne dabei die Gewebselemente und Mikroorganismen anzugreifen. Ebenso empfiehlt *Guyon* das schleimige Sediment des ammoniakalischen Urins vorher nach der *Biddert*'schen Methode (Erhitzen mit verdünnter Lösung von Natronlauge und darauf folgendem Sedimentiren)

zu behandeln, wobei die Gewebselemente allerdings zugrunde gehen und nur die Bakterien erhalten bleiben. Bei stark ammoniakalischem Urin mit vielen Phosphaten reicht aber auch dieses Verfahren nicht hin und derartige Urine sind zur mikroskopischen Untersuchung ungeeignet.

Das Sediment, welches eventuell auf diese Weise vorbehandelt wurde, wird nun entweder auf einem Deckglas oder auf dem Objectträger in dünner Schicht ausgestrichen, lufttrocken gemacht und darauf fixirt. Das Fixiren geschieht für gewöhnlich am besten mittels Durchziehens durch die Flamme und nur bei Gegenwart von Fett oder Blut entfettet und fixirt man mit Aether und Alkohol.

Die Färbung geschieht mittels einer Bakterienfarbe, am besten dem *Löffler*'schen alkalischen Methylenblau, welches die Bakterien sehr intensiv blauschwarz tingirt, während die Zellkerne intensiv blau, das Protoplasma und die Blutkörperchen hellblau resp. blassgrün gefärbt

Fig. 104.



werden. Bei dünnen Präparaten genügt gewöhnlich eine Einwirkung des Farbstoffes von einer Viertel- bis einer halben Minute vollkommen; doch kann man den Farbstoff ruhig längere Zeit 5—10 Minuten einwirken lassen, da eine Ueberfärbung kaum eintritt. Sehr intensiv werden die Bakterien auch durch Fuchsin gefärbt, doch tritt hierbei leichter eine Ueberfärbung des Protoplasmas und des Schleims ein.

Neben diesen einfachen Färbemethoden kommen in einzelnen Fällen, besonders beim Nachweis der Gonokokken und der Tuberkelbacillen, specielle Färbemethoden in Anwendung, auf welche wir bei der Besprechung der betreffenden Mikroorganismen zurückkommen.

Wie gewöhnlich wird nun das Präparat mit Wasser abgespült, lufttrocken gemacht und, falls man Deckglaspräparate angefertigt hat, dieselben in Canadabalsam eingeschlossen.

Für die Praxis empfiehlt es sich aber, bei der Untersuchung der Harnsedimente ebenso wie der Harnröhrensecrete, auf welche wir später

zu sprechen kommen, durchaus die Ausstrichpräparate des Urinsedimentes, resp. der Secrete auf den Objectträger anzufertigen, zu färben und die Präparate dann, nachdem sie gefärbt, abgetrocknet und lufttrocken geworden sind, ohne Auflegung eines Deckglases direct in Immersionsöl zu untersuchen. Es giebt dies ebenso gute Präparate wie auf Deckgläsern und man spart dabei sehr viel Zeit und Material, zumal die Objectträger stets wieder leicht gereinigt werden können.

Bei der mikroskopischen Durchmusterung der so angefertigten Präparate der Sedimente und ebenso der später zu besprechenden Harnröhrensecrete empfiehlt es sich oft, nicht sofort mit Immersion zu untersuchen, sondern die Präparate zunächst mit dem schwachen Trockensystem zu durchmustern. Man sucht sich dabei diejenigen Stellen auf, welche vermuthlich am ehesten und reichlichsten Bakterien enthalten dürfen; es sind dies im allgemeinen die eitrigen Partien des Präparates.

Culturelle Untersuchung.

Bei der culturellen Untersuchung der Sedimente und Secrete bedient man sich theils des Ausstrichverfahrens auf schräg erstarrten Nährböden, theils der bekannten Plattenmethode in *Petri*'schen Schalen. In der Praxis wird man im allgemeinen das Ausstrichverfahren wegen seiner Bequemlichkeit vorziehen. Bei schleimigen, zähen Urinfilamenten ist dieses Verfahren überhaupt nur anwendbar. Das Plattenverfahren hat bei dünnen Sedimenten und besonders bei der culturellen Verarbeitung des nicht centrifugirten Urins den Vortheil, dass es die einzelnen Keime besser isolirt und fixirt. Will man mehrere Cubikcentimeter Urin culturell untersuchen, so ist natürlich nur das Plattenverfahren anwendbar.

Als Nährböden kommen ausser dem gewöhnlichen Agar nur für Gonokokken und Tuberkelbacillen bestimmte Nährmedien in Betracht.

Flüssige Nährböden finden nur zum Zweck der Anreicherung von Harnbakterien Verwendung, wie dies bereits oben besprochen wurde.

Inoculationsmethode.

Der Nachweis von Bakterien durch das Inoculationsverfahren findet eigentlich nur bei der Untersuchung der Urinsedimente auf Tuberkelbacillen Anwendung. Das Sediment wird zu diesem Zweck am besten Meerschweinchen intraperitoneal eingeimpft. Enthält dasselbe Tuberkelbacillen, so entwickelt sich bei den Thieren in den nächsten Wochen eine Peritonealtuberkulose, welche sich meist schon in den ersten 2—3 Wochen durch Gewichtsabnahme und Schwellung der peritonealen Drüsen zu erkennen giebt. Das Nähere hierüber ist in dem Capitel „Methoden“ und „Sputum“ nachzulesen.

III. Specielle Untersuchungsmethoden auf einzelne pathogene Bakterien.

Unter den pathogenen Bakterien des Urins kommen neben den verschiedenen Cystitiserregern und den Mikroben der Bakteriurie vor allem der Gonococcus und der Tuberkelbacillus in Betracht.

Untersuchung auf Gonokokken.

Der Gonococcus wird ausführlich bei den Harnröhrensecreten besprochen werden, und es sei daher an dieser Stelle nur darauf hingewiesen, dass im Urin der Nachweis der Gonokokken meist etwas schwieriger als im Harnröhrensecret ist, da die im Urin enthaltenen Gonokokken meist weniger gut färbbar sind und ihre intracelluläre Lagerung in den geschrumpften und zerfallenen Eiterkörperchen gewöhnlich schwerer nachweisbar ist. Auch die *Gram*'sche Methode fällt bei der Untersuchung der Urinsedimente auf Gonokokken meist weniger gut als bei den Harnröhrensecreten aus, da die Eiterkörperchen sich oft schwer entfärben und die Gonokokken die Gegenfarbe bisweilen nur schlecht annehmen. Ebenso ist die Cultur der Gonokokken in Urinsedimenten weniger aussichtsvoll als bei Harnröhrensecreten, da die Gonokokken im Urin oft schon grösstentheils abgestorben sind.

Untersuchung auf Tuberkelbacillen.

Der Nachweis der Tuberkelbacillen in Urinsedimenten geschieht in erster Linie auf mikroskopischem Wege auf Grund ihrer Säurefestigkeit. Zur Färbung der Bacillen werden dabei dieselben Methoden — in erster Linie das *Ziehl-Neelsen*'sche und das *Ehrlich*'sche Verfahren — angewandt, wie bei der Untersuchung des tuberkulösen Sputums. Da dort die einschlägigen Methoden ausführlich besprochen sind, kann an dieser Stelle davon Abstand genommen werden.

In den so gefärbten Präparaten findet man die Tuberkelbacillen am häufigsten in kleinen charakteristischen Bündeln vereinigt, oder auch in S-förmig gebogenen Zügen und Garben, seltener in dichten Haufen. Oft kommen dagegen die Bacillen viel spärlicher und nur in vereinzelten Exemplaren in dem Sediment vor, und erst nach Durchmusterung mehrerer Präparate findet man einige isolirte Stäbchen (Fig. 104).

Hinsichtlich der Differentialdiagnose des Tuberkelbacillus bestehen im Harnsediment nur gegenüber den Smegmabacillen Schwierigkeiten. Diese finden sich nicht nur häufig im Präputialsmegma und in der Umgebung der Harnröhrenmündung bei manchen Personen in grossen Mengen, sondern sie kommen auch in der Fossa navicularis der männlichen Harnröhre und bisweilen in der Harnröhre selbst in geringerer Menge vor. Das einzelne Stäbchen ist aber im allgemeinen kaum von dem Tuberkelbacillus zu unterscheiden und nicht selten findet sich der Smegmabacillus im Urin auch in ganz ähnlichen Bündeln und Garben, wie wir dies als charakteristisch für den Tuberkelbacillus hingestellt haben. Ich selbst habe einen derartigen Fall beobachtet.

Selbst bei gewissenhaftester und wiederholter Untersuchung findet man bei tuberculöser Cystitis aber bisweilen überhaupt keine Tuberkelbacillen. In solchen Fällen gelingt der Nachweis der Tuberkelbacillen meist nur durch das Inoculationsverfahren. Natürlich wird man hierbei möglichst nicht direct den Urin, sondern das durch Centrifugiren gewonnene Sediment zur Impfung benützen. Jedenfalls muss jeder Urin bei einer sauren Cystitis, welcher sich auch in der Cultur als steril erweist, stets den Verdacht auf Tuberculose nahe legen.

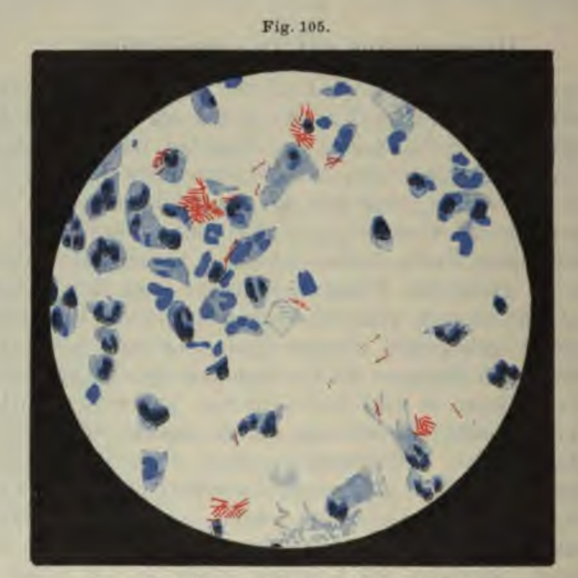
Die Differentialdiagnose zwischen Tuberkelbacillen und Smegmabacillen stützt sich einmal auf einige tinctorielle Eigen-

schaften derselben und ferner auf ihre Pathogenität Versuchsthieren gegenüber. Die tinctoriellen Differenzen beruhen dabei wesentlich darauf, dass der Smegmabacillus zwar wie der Tuberkelbacillus sehr resistent gegen Säure, aber weniger widerstandsfähig gegen die Entfärbung mit absolutem Alkohol ist.

Einigermassen brauchbar sind daher schon alle Färbeverfahren, bei denen die Entfärbung getrennt in Säure und Alkohol vorgenommen wird und die Einwirkung der Säure möglichst beschränkt, die des Alkohols dagegen auf mindestens 5 Minuten ausgedehnt wird.

Weit sicherer sind die Methoden, bei welchen die Entfärbung in concentrirtem Alkohol und die Gegenfärbung zu gleicher Zeit vorgenommen werden. So empfiehlt *Grethe* als beste Methode, um vorliegende Bacillen als Tuberkelbacillen im positiven, als Smegmabacillen

Fig. 105.



Tuberkelbacillen im Harn bei Blasentuberkulose.

im negativen Fall zu erkennen, die Entfärbung und Umfärbung in concentrirter, alkoholischer Methylenblaulösung oder die *Czaplewski*'sche Methode mit Fluorescinmethylenblau.

Aehnlich ist das Verfahren von *Pappenheim*, welcher die Umfärbung in einer alkoholischen Lösung von Methylenblau unter Zusatz von Corallin vornimmt.

Die *Pappenheim*'sche Färbung, welche recht empfehlenswerth ist, nimmt etwa 3—5 Minuten in Anspruch und verläuft im einzelnen folgendermaassen:

1. Färbung für kurze Zeit in Carbolfuchsin, das bis zum Sieden erhitzt wird.
2. Ablaufen des überschüssigen Carbolfuchsins.
3. Ohne Abwaschen Entfärbung und Gegenfärbung durch 3- bis 5maliges Eintauchen und langsames Abfliessenlassen in folgender Lösung:

Solve Corallin . . . . . 1,0 in
Alkohol abs. . . . 100,0
adde Methylenblau bis zur vollständigen Sättigung
adde Glycerin 20,0

4. Kurzes Abspülen in Wasser, Trocknen.

Die Tuberkelbacillen sind roth, die Smegmabacillen blau gefärbt.

Das Corallin spielt dabei die Rolle einer ganz leichten Säure und begünstigt die prompte Umfärbung der Smegmabacillen.

Auch die von *Bunge* und *Trautenroth* angegebene Methode beruht auf gleichem Princip:

1. Fixiren und Entfetten der Ausstrichpräparate durch mindestens 3stündiges Verweilen in Alkohol absol., darauf in
2. 5%iger Chromsäure 15 Minuten.
3. Auswaschen in mehrfach gewechseltem Wasser.
4. Färben in Carbolfuchsin.
5. Entfärben mit Acid. sulf. dilut. 3 Minuten oder mit Acid. nitric. nur 1—2 Minuten.
6. Nochmaliges Entfärben und Gegenfärbung in concentrirtem alkoholischen Methylenblau 5 Minuten.

Allerdings entfärben sich bei dieser Methode auch Tuberkelbacillen bisweilen vollständig, so dass nur ein positiver Ausfall beweisend für das Vorhandensein von Tuberkelbacillen ist, während ein negativer dies nicht völlig ausschliesst. Die von *Dahms* zur Differentialdiagnose vorgeschlagene Färbung mit Sudan III, wodurch die Tuberkelbacillen schwach roth tingirt werden sollen, während die Smegmabacillen ungefärbt bleiben, scheint unzuverlässig zu sein.

Stets ist bei Herstellung von Präparaten aus Smegma darauf zu achten, dass dieselben vor der Färbung durch Alkohol oder Alkohol-Aether entfettet werden, wie dies auch bei der Methode von *Bunge* berücksichtigt ist.

So brauchbar diese Färbemethoden auch sind, so gelingt es bei ihrer Anwendung bisweilen doch nicht, mit Sicherheit die Differentialdiagnose zu stellen.

Das Culturverfahren ist für die Entscheidung, ob man Smegmabacillen oder Tuberkelbacillen vor sich hat, bei Urinuntersuchungen im allgemeinen nicht verwerthbar. Einerseits kommt der Tuberkelbacillus selten in Reincultur und in so grosser Anzahl im Urin vor, dass man auf einen positiven Ausfall der Cultur rechnen könnte, und andererseits kann es vom Smegmabacillus nach den Untersuchungen *C. Fränkel's* jetzt als feststehend betrachtet werden, dass seine Züchtung auf unsern bisherigen Nährböden überhaupt noch nicht gelungen ist.

Dagegen ist es mittels des Thierexperiments meist leicht, die Frage, ob Tuberkelbacillen im Urin enthalten sind, zu entscheiden, da speciell Meerschweinchen schon bei intraperinealer Einimpfung nur wenigen Tuberkelbacillen fast regelmässig tuberculös erkranken. Ein Irrthum durch das Thierexperiment ist daher eigentlich nur dann möglich, wenn das betreffende Versuchsthier schon vorher an allgemeiner Tuberculose litt, wie das beim Meerschweinchen nicht gar zu selten der Fall ist. Intraperitoneale Einimpfungen von Smegmabacillen rufen beim

Meerschweinchen zweifellos keinerlei Erscheinungen hervor, sondern die Bacillen gehen rasch zugrunde und die Versuche von *Barannikow*, welcher bei intraperitonealer Injection von Smegmabacillen tuberculöse Veränderungen bei Meerschweinchen beobachtet haben will, können nicht als einwandsfrei angesehen werden.

Einen Missstand birgt das Inoculationsverfahren für die Praxis insofern in sich, als eine Entscheidung auf diesem Wege frühestens nach etwa drei Wochen getroffen werden kann.

Das Zweckmässigste und Wesentlichste ist es daher, den Urin bei Untersuchung auf Tuberkelbacillen stets so zu entnehmen, dass eine Verunreinigung mit Smegmabacillen überhaupt unmöglich ist. Peinlichste Reinigung der Harnröhrenmündung und ihre Umgebung und möglichst Entnahme des Urins durch den Katheterismus ist daher in erster Linie empfehlenswerth. Findet man bei Befolgung dieser Vorschrift im Urin säure- und alkoholfeste Stäbchen, so wird die Diagnose „Tuberkelbacillus" kaum jemals zu Unrecht erfolgen.

Cystitiserreger.

Die Erreger der Cystitis sind recht mannigfacher Art. Während man früher geneigt war, als Cystitiserreger nur solche Mikroben anzusehen, welche imstande sind, eine ammoniakalische Gährung des Urins zu erzeugen, hat man sich jetzt mehr und mehr überzeugt, dass die häufigsten und wesentlichsten Erreger von Cystitiden Mikroorganismen sind, welchen die Fähigkeit, den Harn zu ersetzen, nicht zukommt, und dass die ammoniakalische Gährung des Urins gewöhnlich erst auf eine secundäre Infection mit Harnstoff zersetzenden Bakterien zurückzuführen ist.

Die ursprünglichen Cystitiserreger erleichtern in solchen Fällen nur die Infection mit Harnstoff zersetzenden Bakterien und bereiten ihnen den Boden für ihre Wirksamkeit vor.

Als das bei weitem häufigste Bacterium der Cystitis wurde bisher fast allgemein das Bacterium coli angesehen, und auch *Melchior* ist auf Grund seiner umfassenden Untersuchungen zu dem Resultate gekommen, dass die Colibacillen die gewöhnlichsten Cystitiserreger darstellen (Fig. 105). In zweiter Reihe sollten dann Staphylokokken, noch seltener Streptokokken als Cystitiserreger in Betracht kommen.

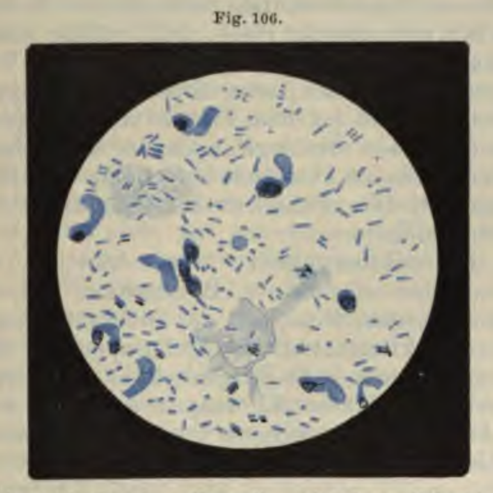
Nach den jüngsten Untersuchungen von *Faltin* scheint diese Anschauung nicht zu Recht zu bestehen, sondern eine Infection der Blase mit Streptokokken ebenso häufig wie die mit Colibacillen zu sein, während Staphylokokken erst in dritter Linie als Cystitiserreger in Betracht kommen. Noch seltener finden sich dann der Proteus vulgaris und Pyocyaneus und eine Reihe anderer Bacillen, die zum Theil noch keine feste Stellung im Bakteriensystem erhalten haben.

Im allgemeinen ist es nicht gerade von grosser Wichtigkeit, bei den verschiedenen Fällen von Cystitis die Species des betreffenden Erregers mit Zuhilfenahme der bakteriologischen Mittel genau festzustellen. Es genügt gewöhnlich nachzuweisen, dass es sich um ein Bacterium aus der Classe des Bacterium coli handelt, oder dass man es mit einer Proteusart oder einem Pyocyaneus zu thun hat, oder dass die betreffenden Erreger zur Gruppe der Staphylokokken, respective der

Streptokokken gehören. Alle näheren Feststellungen haben gewöhnlich nicht viel Werth, einmal weil die Prognose des Falles und die Therapie dadurch nicht weiter geklärt wird und ferner weil die verschiedenen Unterarten, welche von manchen Autoren beschrieben sind, noch nicht als wohl charakterisirte Species gelten können.

Bei den Staphylokokken wird man vornehmlich noch zwischen weissen und gelben, schnell, langsam und gar nicht verflüssigenden zu unterscheiden haben. Die Streptokokken hat man vielfach nach der Länge ihrer Ketten und der Form der Kokken einzutheilen versucht, ohne dass diese Eintheilungen allgemeine Anerkennung gefunden hätten. *Faltin* hat bei 86 Fällen nicht weniger als 26 verschiedene Mikroben unterschieden. Darunter fanden sich 5 Streptokokkenarten, 3 verflüssigende Staphylokokken, 3 feste Staphylokokken, 2 anaërobe Mikrokokken, 5 nicht oder nur langsam verflüssigende, nach *Gram* nicht färbbare Bacillen und 7 verflüssigende und nach *Gram* theils färbbare,

Fig. 106.



Ausstrichpräparat aus Harnsediment bei Bact. coli-Cystitis.

theils nicht färbbare Bacillen. Als 26. Bacterium kam der Tuberkelbacillus hinzu. Besondere Erwähnung verdient schliesslich noch der Typhusbacillus, welcher in den letzten Jahren wiederholt als Erreger einer Cystitis beschrieben worden ist. Die Mehrzahl dieser Mikrobien — ausser dem Tuberkelbacillus das Bacterium coli, der Typhusbacillus, der Streptococcus und Gonococcus — erzeugen, wie schon erwähnt, nur saure Cystitiden.

Keiner dieser Mikroorganismen vermag im allgemeinen jedoch ohne weiteres eine Cystitis hervorzurufen, keiner vermag sich ohne weiteres auf und in der Schleimhaut anzusiedeln, sondern hiezu gehören stets gewisse disponirende Umstände. Selbst wenn sich — wie bei der Bakteriurie — die in die Blase eingedrungenen Keime (speciell Typhus- und Colibacillen) massenhaft im Urin vermehren, bleibt die normale Schleimhaut zunächst intact und die Mikrobien vermögen nicht auf ihr Fuss zu fassen und nicht in sie einzudringen.

Auch der Gonococcus und der Tuberkelbacillus machen hierin keine Ausnahme. Selbst wenn bei der Gonorrhoe der Pars posterior urethrae reichlich gonorrhoischer Eiter in die Blase regurgitirt, so erkrankt die Blase in der Regel doch nicht. Die Blasenschleimhaut verhält sich dem Gonococcus gegenüber durchaus anders als die Schleimhaut der Harnröhre, bei welcher einfache Berührung mit gonorrhoischem Eiter stets zur Infection genügt. Welcher Art die disponirenden Momente sind, auf Grund deren ausnahmsweise eine gonorrhoische Infection der Blasenschleimhaut erfolgt, darüber fehlen uns noch genauere Kenntnisse, doch dürfen wir wohl annehmen, dass die Infection vornehmlich durch Reizungen der Blasenschleimhaut begünstigt wird.

Beim Tuberkelbacillus sind es vor allem kleine Verletzungen der Schleimhaut, welche das Eindringen der Pilze gestatten und dadurch eine tuberculöse Erkrankung der Schleimhaut ermöglichen.

Bei den übrigen Cystitiserregern wird die Ansiedelung vornehmlich durch Urinretentionen, respective unvollständige Entleerungen der Blase, wie dies z. B. bei Prostatahypertrophie der Fall ist, sowie durch Traumen und Reizungen der Blase, z. B. infolge von Blasensteinen, Bougiren und Katheterisiren etc., begünstigt.

Nur bei ganz vereinzelten, sehr virulenten pathogenen Bakterien, speciell Streptokokken und bei dem Proteus vulgaris, genügt möglicherweise bisweilen das blosse Hineingelangen der Mikrobien in die Blase, um ohne alle disponirenden Umstände sofort eine Cystitis hervorzurufen.

Beim Proteus ist diese Fähigkeit auf seine starke harnzersetzende Eigenschaft zurückzuführen.

Bezüglich der mikroskopischen wie culturellen Untersuchung ist alles Nöthige bei der allgemeinen Besprechung der Untersuchungsmethoden erwähnt worden. Bezüglich der Differentialdiagnose zwischen den verschiedenen Bakterienarten der Coligruppe sei auf das Capitel „Fäces“ verwiesen, während die Streptokokken eine eingehende Würdigung in dem Abschnitte über Eiterungen gefunden haben. Die Besprechung der Diagnose „Gonococcus“ erfolgt schliesslich unter den Bakterien der Harnröhrensecrete.

B. Bakterien der Harnröhrensecrete.

Unter den Bakterien der Harnröhrensecrete haben wir einmal solche zu unterscheiden, welche auch in der normalen Harnröhre als Saprophyten vorkommen und die nur gelegentlich unter besonderen Umständen pathogene Eigenschaften entfalten können, und zweitens solche, welche stets ausgesprochene pathogene Eigenschaften besitzen.

Die Bakterienflora der normalen Harnröhre ist nicht nur bei den einzelnen Menschen individuell verschieden, sondern wechselt auch bei den verschiedenen Personen in hohem Masse. Ferner unterscheidet sich die Bakterienflora nach Menge der Keime und Zahl der Arten nicht unwesentlich bei der männlichen und weiblichen Harnröhre.

Bei der Frau finden sich stets sowohl grössere Mengen Bakterien wie auch zahlreichere Arten als in der männlichen Harnröhre. Beim

Manne ist ferner nur der vordere Abschnitt der Harnröhre bis zum äusseren Schliessmuskel bakterienhaltig, während der hintere Urethralabschnitt stets keimfrei ist. *Mannaberg* hat eine grosse Anzahl Bakterienarten in der männlichen Harnröhre beschrieben; natürlich finden sich aber in einer Harnröhre nicht stets alle Arten vertreten, sondern bald sind diese, bald jene Mikroorganismen vorhanden und bald überwiegen an Zahl die einen, bald die anderen. Vorherrschend sind unter denselben Kokkenarten, die zu der grossen Gruppe der Staphylokokken gehören, sich aber von den pyogenen Staphylokokken durch Verhalten in der Cultur und durch ihre pathogenen Eigenschaften Thieren gegenüber doch nicht unwesentlich unterscheiden. Immerhin ist es schwer, die einzelnen Arten untereinander und von nicht pathogenen Staphylokokken anderer Provenienz scharf abzugrenzen.

Die bakterienreichste Stelle ist stets die Fossa navicularis; in der übrigen Harnröhre finden sich immer nur vereinzelte Keime, und es kommt hier unter normalen Verhältnissen nie zu stärkerer Wucherung der Mikrobien. Bei Harnröhren, deren Schleimhaut nicht mehr vollkommen normal ist, also speciell bei Harnröhren solcher Personen, welche wiederholte oder langdauernde Gonorrhoen durchgemacht haben, ist der Bakteriengehalt in der Regel reicher, und mitunter kann es hier zu stärkeren Wucherungen der Mikrobien kommen. Manche Thatsache spricht dafür, dass sich die Bakterien in solchen Fällen vornehmlich an den pathologischen Stellen der Schleimhaut einnisten und wuchern, und dass sie die Entzündungserscheinungen an diesen Stellen dann nicht nur unterhalten helfen, sondern bisweilen selbst steigern. Bei sehr starker Bakterienwucherung kann die entzündungserregende Wirkung solcher für gewöhnlich saprophytischer Bakterien so gross werden, dass eine so starke Urethritis und eiterige Secretion wie bei einer acuten Gonorrhoe entsteht.

Die Diagnose ist in solchen Fällen mit Sicherheit nur mikroskopisch zu stellen, wenn auch manchmal unsichere klinische Erscheinungen, z. B. das Aussehen des Eiters, den Verdacht einer mikrobiellen, aber nicht gonorrhoischen Urethritis wachrufen.

Mikroskopisch findet man in solchen Fällen neben massenhaft, meist zerfallenen Eiterkörperchen und mehr oder weniger spärlichen Epithelien das ganze Gesichtsfeld voller Mikrobien. Vornehmlich finden sich bei derartigen Urethritiden Bacillen aus der Coligruppe. Aber auch Pseudo-Diphtheriebacillen und Kokken werden bisweilen beobachtet. Ob für das Zustandekommen derartiger bakterieller Urethritiden die Art und Virulenz der betreffenden Bakterien eine grosse Rolle spielt, erscheint mir sehr zweifelhaft, da Uebertragungen des mikrobienhaltigen Eiters oder der Reinculturen jener auf gesunde Harnröhren keinen Erfolg hat. Ganz belanglos wird der Virulenzgrad und die Wachsthumsenergie der Bakterien dabei wohl nicht sein, das ausschlaggebende Moment dürfte aber immer in dem Zustande der Harnröhrenschleimhaut zu suchen sein. Manche Personen leiden wiederholt an derartigen Erkrankungen, ohne dass man eine bestimmte Ursache dafür anzugeben wüsste; andere werden nie von derartigen Urethritiden befallen, trotzdem ihre Harnröhrenschleimhaut dauernde pathologische Veränderungen der verschiedensten Art aufweist. Ferner vermögen mitunter Bakterien massenhaft in der Harnröhre mancher Personen zu

wuchern, ohne dass derartige eiterige Urethritiden zustande kommen, sondern nur eine lebhaftere Epitheldesquamation eintritt. Ja, mitunter bilden sich Bakterienmembranen in der Harnröhre, ohne Eiterung zu erregen. Trotzdem müssen wir annehmen, dass die erwähnten Bakterien die Ursache jener eiterigen Urethritiden darstellen. Die Eiterung verläuft stets ganz parallel der Bakterienwucherung, und mit deren Beseitigung durch Anwendung antiseptischer Mittel verschwindet auch der Harnröhrenausfluss.

Fernerhin wissen wir durch Untersuchungen von *Krauss* und *Grosz,* sowie von *Scholtz,* dass Bakterien verschiedenster Art, speciell auch Coliarten in lebendem oder abgetödtetem Zustande in die Harnröhre injicirt hier eine vorübergehende Eiterung hervorzurufen vermögen, also Stoffe enthalten müssen, welche entzündungserregend auf die Harnröhre wirken. Natürlich wird sich diese entzündungserregende Wirkung der bakteriellen Stoffwechselproducte an pathologischen Stellen der Harnröhrenschleimhaut, an denen die Aufnahme der betreffenden Toxine oder Proteine leichter erfolgt, am ehesten einstellen.

Aber auch in jenen Fällen, wo eine derartige lebhafte Bakterienwucherung nicht statthat und keine solch floride Urethritis mit reichlichem Eiterausfluss besteht, sondern mehr chronische Urethritiden vorliegen, welche sich klinisch wesentlich in dem Vorhandensein von Urinfilamenten oder den sogenannten Morgentropfen zu erkennen geben, scheinen Bakterien eine gewisse ätiologische Rolle zu spielen. Von echten chronischen Gonorrhoen, d. h. chronischen Urethritiden mit positivem Gonokokkenbefund, sehen wir zunächst völlig ab, da diese besonders besprochen werden sollen.

Auch bei diesen chronischen, nicht gonorrhoischen Urethritiden ist der Bakteriengehalt der Urethra gegen die Norm meist erheblich vermehrt und gewöhnlich herrscht in jedem einzelnen Falle eine Bakterienart vor. Auch sind die Mikroben gerade in den eitrigen Fäden und Flocken am reichlichsten und finden sich mikroskopisch gewöhnlich an Punkten mit massenhaften Leukocyten am zahlreichsten vor. Aus all diesen Gründen glauben wir, dass diese Bakterienansiedelung auch bei diesen chronischen Urethritiden nicht gleichgiltig ist, sondern auch hier die entzündlichen Erscheinungen durch diese Mikrobenansiedelung zum Theil unterhalten, bisweilen selbst gesteigert werden.

Neben diesen mehr saprophytischen, jedenfalls nicht infectiösen Bakterien, welche sich gewöhnlich schon in der normalen Harnröhre finden und nur unter besonderen Umständen pathogen zu wirken vermögen, giebt es nur einen Mikroorganismus, welcher auch für die gesunde Urethralschleimhaut absolut infectiös ist. Es ist dies der Erreger des Trippers, der

Gonococcus Neisser.

Der Gonococcus wurde im Jahre 1879 von *Neisser* mit Hilfe der von *Koch* neu in die Bakteriologie eingeführten Färbemethoden im gonorrhoischen Eiter entdeckt und auf Grund seiner morphologischen Eigenthümlichkeiten, seines reichlichen und regelmässigen Vorkommens im Trippereiter und Fehlens in allen sonstigen Secreten von *Neisser*

mit aller Vorsicht als der Erreger der Gonorrhoe angesprochen und Gonococcus genannt. Die zahlreichen Nachprüfungen haben dann die *Neisser*'schen Angaben durchaus bestätigt und dieselben nur in wenigen Punkten ergänzt; durch die Züchtung der Gonokokken auf künstlichem Nährboden, welche *Bumm* zuerst gelang, und durch die erfolgreiche Verimpfung späterer Generationen dieser Culturen auf die menschliche Urethra wurde die ätiologische Bedeutung der Gonokokken ausser Zweifel gestellt und gleichzeitig die Selbständigkeit der gonorrhoischen Erkrankung und ihre infectiöse Natur einwandsfrei bewiesen.

Morphologie.

Der Gonococcus ist ein Diplococcus, welcher sich gewöhnlich in ∞-, Biscuit-, Semmel- oder Kaffeebohnenform findet. Dabei entspricht das junge Kokkenpaar mehr der Form einer Acht, das ältere mehr der Form einer Kaffeebohne, wie dies schon von *Neisser* an der Hand der Schilderung des Theilungsmodus klargestellt wurde. Der einzelne Coccus streckt sich erst etwas in die Länge, erhält in der Mitte dann eine Einschnürung und auf diese Weise entsteht zunächst ein Diplokokkenpaar in Achterform. Indem sich nun jeder Coccus des Paares in der Richtung einer Axe, welche senkrecht zur Längsaxe des Diplococcus steht, ausdehnt, und die einander zugewandten Seiten des Coccus abgeflacht werden, entstehen nun die charakteristischen Semmel- oder Kaffeebohnenformen. Die weitere Theilung geht dann in der Weise vor sich, dass sich der Spalt zwischen den beiden Kokken mehr oval gestaltet und damit eine Einschnürung jedes Coccus in der Mitte angebahnt wird. Durch Vervollständigung dieser Einschnürung entsteht schliesslich aus jedem Coccus ein Kokkenpaar, so dass am Schluss der Theilungsphase vier Kokken, respective zwei Kokkenpaare dicht nebeneinander liegen. Auch die weitere Theilung geht immer nach diesem gleichen Schema vor sich, und da dieses immer nur in einer Ebene geschieht, so kommt es zu flächenhaftem Ausbreiten der Kokken, und es entstehen gewöhnlich Gruppen, welche sich durch zwei oder vier theilen lassen. Die flächenhafte Ausbreitung tritt besonders auf den Epithelien in charakteristischer Weise hervor, auf denen die Kokken gleichsam wie Pflastersteine dicht nebeneinander lagern.

Die am meisten charakteristische Form der Gonokokken ist im Eiter die Semmel- oder Kaffeebohnenform, welche dem Gonococcus fast allein eigenthümlich ist und seine Unterscheidung von anderen Kokken im Eiter meist ohne weiteres ermöglicht. Diese Form ist aber auch die häufigste im gonorrhoischen Eiter, was zweifellos darauf zurückzuführen ist, dass die übrigen Phasen der Theilung viel schneller durchlaufen und nicht so lange festgehalten werden.

Die Grösse des einzelnen Coccus, wie des Kokkenpaares wechselt natürlich ebenfalls nach der Entwicklungsphase, in welcher sich die Kokken augenblicklich befinden. Die ausgebildeten semmelförmigen Diplokokken haben nach Messungen von *Bumm* von Pol zu Pol eine Länge von 1,6 μ, während ihre Breite in der Mitte 0,8 μ beträgt. Sehr kleine Diplokokken mit nur leicht angedeutetem Zwischenspalt messen nach demselben Autor dagegen nur 0,8 μ in der Länge und 0,6 μ in der Breite. Auf jeden einzelnen Pilzkörper kommen dabei $^4/_{10}$, auf den

Spalt $^{2}/_{10}$ der angegebenen Maasse. Dass dabei ebenso wie bei allen anderen Bakterien die Art der Fixirung und Färbung einen Einfluss auf die Grössenverhältnisse hat, ist selbstverständlich. Schlecht gefärbte Gonokokken erscheinen stets etwas kleiner als stark tingirte und ebenso führt Alkoholbehandlung speciell bei Schnittpräparaten durch Schrumpfung zur Verkleinerung der Kokken. Für diagnostische Zwecke ist mit Grössenmessungen natürlich nichts anzufangen. Es ist aber empfehlenswerth, in unsicheren Fällen das fragliche Kokkenpräparat in schneller Folge mit einem sicheren Gonokokkenpräparat zu vergleichen; dadurch bekommt man fast instinctiv einen sicheren Eindruck über die Natur des zur Diagnose stehenden Präparates.

Neben der charakteristischen Kaffeebohnenform ist für die mikroskopische Diagnose „Gonococcus" im Eiterpräparat die eigenartige Lagerung der Kokken zu den Epithelzellen und besonders zu den Eiterkörperchen, sowie das tinktorielle Verhalten der Kokken ausschlaggebend.

Im Eiter florider Gonorrhoen findet sich ein grosser Theil, gewöhnlich sogar der weitaus grösste Theil der Gonokokken innerhalb von Leukocyten. Das Charakteristische dieser intracellulären Lagerung wird noch dadurch erhöht, dass gerade bei den intracellulären Gonokokken die „Kaffeebohnenform" gewöhnlich sehr scharf hervortritt und ferner auch die Eiterzellen fast stets in ihrer Form wohl erhalten und gut färbbar bleiben. Meist enthalten die einzelnen Leukocyten kleine Häufchen von Gonokokken, selten nur vereinzelte Kokken; oft sind die Eiterzellen geradezu mit Gonokokken vollgepfropft und dann bisweilen etwas gequollen, und einzelne scheinen durch die Anhäufung der Kokken manchmal geradezu geplatzt zu sein und haben ihren Inhalt in ihre Umgebung entleert, obwohl bei der Mehrzahl derartiger Leukocyten das Platzen erst durch die mechanische Einwirkung beim Verstreichen des Eiters zustande kommt.

Neben der intracellulären Lagerung ist für die Gonokokken die Lagerung auf Epithelzellen recht charakteristisch. Die Kokken liegen dabei auf den Zellen dicht in Reihen nebeneinander, so dass die Epithelien wie bepflastert erscheinen. Derartige Zellen finden sich vorwiegend im Anfangsstadium der Gonorrhoe, im Stadium der starken Eiterung sind sie selten. Diagnostisch haben sie daher eine geringere Bedeutung. Die freiliegenden Gonokokken finden sich schliesslich meist in kleinen Häufchen und isolirte Diplokokken sind im ganzen selten.

Die intracelluläre Lagerung der Gonokokken kommt wohl zweifellos allein durch Phagocytose zustande. Von einem activen Eindringen der Gonokokken in die Zellen kann nicht die Rede sein, da den Gonokokken jede Eigenbewegung fehlt, aber auch für die Annahme eines Hineinwucherns in die Leukocyten sind keinerlei Grundlagen vorhanden. Alle Beobachtungen und Untersuchungen sprechen für eine echte Phagocytose und nur der Umstand, dass sich Leukocyten und Kokken hierbei so wenig schädigen, sondern beide in ihrer Form und Färbbarkeit so gut erhalten bleiben, ist auffallend.

Die Hauptaufnahme der Gonokokken in die Eiterzellen findet dabei erst auf der Oberfläche der Schleimhaut statt. Hiervon kann man sich theils durch histologische Untersuchungen von Schnitten gonor-

rhoischer Schleimhäute überzeugen, theils durch mikroskopische Untersuchung von gonorrhoischem Secret, welches man nach dem Uriniren — also nach Entfernung des ausserhalb des Gewebes frei in der Harnröhre befindlichen Eiters — durch Abkratzen von der Schleimhaut oder durch starkes Ausdrücken der Harnröhre gewinnt. In derartig gewonnenem eiterigen Sekret liegen die Gonokokken fast ausschliesslich einzeln oder in Häufchen frei im Eiter oder sie finden sich in Rasen auf den Epithelien, die Eiterzellen selbst enthalten aber nur sehr wenig Gonokokken. Diagnostisch ist dies nicht unwichtig, denn wenn der Patient entweder aus Unkenntnis oder um sein Leiden zu verheimlichen (Prostituirte!), kurz vor der Untersuchung urinirt hat, so sind wir oft gezwungen, uns dadurch etwas Untersuchungsmaterial zu verschaffen, dass wir mit der Platinöse oder einem kleinen Löffel in die Harnröhre eingehen und etwas Secret und Epithelien von ihr abstreifen.

Die Bedeutung der Phagocytose für den Verlauf der Gonorrhoe ist kaum allzuhoch anzuschlagen und wohl nur darin zu sehen, dass durch dieselbe eine grosse Anzahl Gonokokken gefangen gehalten und dadurch für den Organismus und die Ausbreitung des Processes unschädlich gemacht wird, wenn auch eine directe Vernichtung der Infectionserreger nicht eintritt.

Auch klinisch ist in dem Verlauf der Gonorrhoen mit vorwiegend intracellulär gelagerten Gonokokken im Ausfluss und solchen mit reichlich freien Gonokokken kein wesentlicher Unterschied nachweisbar; die Beobachtungen von *Podres & Drobny*, nach denen Gonorrhoen mit grösstentheils extracellulären Gonokokken im allgemeinen einen ungünstigen Verlauf nehmen sollen, haben keine Bestätigung gefunden.

Färbemethoden.

Im Ausstrichpräparat von gonorrhoischem Eiter färbt sich der Gonococcus sehr leicht und gut mit allen gebräuchlichen Anilinfarben. Die schönsten und deutlichsten Bilder gewinnt man mit *Löffler's* Methylenblau, welches die Kokken aussergewöhnlich stark tingirt, das Protoplasma der Zellen dagegen fast ungefärbt lässt, so dass sich die Kokken sehr scharf und kontrastreich abheben. Auch Fuchsin und Gentianaviolett tingiren den Gonococcus schnell und gut, überfärben aber leicht Kern und Protoplasma der Zellen.

Für die Praxis ist es, wie dies *Neisser* zuerst angegeben hat, im allgemeinen am meisten zu empfehlen, den zu untersuchenden Eiter einfach auf den Objectträger auszustreichen, nach Fixirung und Färbung die Präparate abzuspülen, abzutrocknen und direct ohne Deckglas mit Immersionsöl zu untersuchen.

Man hat sich vielfach bemüht, Färbeverfahren ausfindig zu machen, durch welche die Gonokokken in specifischer oder wenigstens besonders deutlicher Weise tingirt würden, um auf diese Weise das Auffinden vereinzelter Gonokokken im Secret zu erleichtern und die Diagnose — Gonococcus — im Einzelfalle noch mehr zu sichern. Hier sind zu nennen die nachträgliche Entfärbung und Differenzirung der Präparate mit Alkohol (*Pony, Eschbaum*) oder verdünnter Essigsäure (*Schütz*, 5 Tropfen Acid. acet. dil., auf 20 Ccm. Aqua dest.), sowie die Vorbehandlung der Präparate mit Essigsäure (*Lanz*).

Alle diese Verfahren bezwecken eine möglichst starke Entfärbung der Kerne, während die Gonokokken den Farbstoff intensiver festhalten und daher isolirt tingirt bleiben. Dasselbe erreicht man in einfacher Weise dadurch, dass man die Präparate anstatt mit Wasser mit 1%iger Kochsalzlösung abspült.

Ferner hat man Doppelfärbungen angewandt, um die Gonokokken deutlicher hervortreten zu lassen. So eignet sich eine Vorfärbung mit Eosin zur Tinction des Protoplasmas und Nachfärbung mit Methylenblau für Kerne und Bakterien sehr gut, um die intracelluläre Lagerung der Gonokokken zu demonstriren *(C. Fränkel)*. Anstatt nacheinander mit Eosin und Methylenblau zu färben, kann man natürlich auch ein geeignetes Gemisch von Eosin und Methylenblau anwenden *(Klein)*.

Die folgenden Färbeverfahren *(v. Sehlen, Lehnhartz, Pick-Jakobsohn, Schäffer* und *Lanz)* mit zwei verschiedenen basischen Farbstoffen hintereinander, respective deren Mischungen, bezwecken ebenfalls im wesentlichen, die Gonokokken dem Zellkern gegenüber deutlicher und contrastreicher hervortreten zu lassen, so dass auch Kokken, welche vom Kern optisch gedeckt werden, sichtbar werden und das Auffinden vereinzelter Gonokokken erleichtert wird. *v. Sehlen* färbt mit einem Gemisch von Carbolfuchsin und Methylengrün, *Lehnhartz* mit einem solchen von Dahlia und Methylengrün. *Pick* und *Jakobsohn* empfehlen folgende Mischung:

20 Ccm. Wasser mit
15 Tropfen Carbolfuchsin und
8 Tropfen concentrirtes alkalisches Methylenblau.

Zur Tinction genügt eine Einwirkung von $^1/_2$ Minute. Hierbei werden die Gonokokken intensiv dunkelblau bis schwarz gefärbt, die Kerne hellblau, das Protoplasma röthlich.

Ganz ähnlich, vielleicht noch contrastreicher, fällt die Färbung bei Anwendung der *Lanz*'schen Methode aus. Dieselbe wird in der Weise ausgeführt, dass eine gesättigte Fuchsinlösung in 2%igem Carbolwasser und eine gleiche Thioninlösung im Verhältnis 1:4 ex tempore gemischt werden und mit diesem Gemisch das Präparat $^1/_4$ bis $^1/_2$ Minute gefärbt wird.

Die *Schäffer*'sche Methode wird im Gegensatz zu diesem Verfahren zweiseitig ausgeführt, indem zunächst in einer stark verdünnten Carbolfuchsinlösung (1:20) 10 bis 20 Secunden vorgefärbt wird und dann eine Nachfärbung und Differenzirung mit einer 1%igen Aethylendiaminlösung, der einige Tropfen Methylenblau bis zur hellblauen Färbung der Lösung zugesetzt werden, folgt. Die Färbung der Präparate ist auch bei diesem Verfahren sehr ähnlich derjenigen der *Pick-Jakobsohn*'schen und der *Lanz*'schen Methode.

Bei Anwendung all dieser Verfahren ist darauf zu achten, dass die Präparate dünn und gleichmässig ausgestrichen sind, da sonst die Färbung ungleichmässig und unbefriedigend ausfällt.

Einen grossen praktischen Werth haben diese Doppelfärbungen überhaupt nicht. Die Demonstration von Gonokokken und die Auffindung vereinzelter Gonokokken gelingt mit Hilfe derselben wohl hie und da besser und leichter, eine differential-diagnostische Bedeutung kommt ihnen jedoch nicht zu.

Dagegen ist die Eigenschaft des Gonococcus, sich bei Anwendung des *Gram*'schen Verfahrens schnell und sicher zu entfärben, von sehr grosser diagnostischer Bedeutung, zumal in der Urethra bisher kein dem Gonococcus besonders ähnlicher Coccus bekannt ist, der sich in dieser Beziehung ebenso verhält.

Allerdings ist vielfach angegeben worden, dass die Entfärbung der Gonokokken bei Anwendung der *Gram*'schen Methode nicht stets so sicher und vollständig eintrete; der Werth des Verfahrens ist daher in Zweifel gezogen und mannigfache kleine Modificationen sind vorgeschlagen worden.

Nach meiner Ansicht kommt es bei der *Gram*'schen Färbung hauptsächlich auf zwei Factoren an: nicht zu dicke, gleichmässige Präparate und gutes, frisches Anilinwassergentianaviolett. Im übrigen verfahren wir genau nach der alten *Gram*'schen Vorschrift. Im einzelnen gestaltet sich die Methode dann folgendermassen: die dünnen gleichmässigen Präparate werden $^1/_2$—1 Minute mit concentrirtem frischen Anilinwassergentianaviolett (klar filtrirte Suspension von drei Theilen Anilinöl in 100 Theilen Wasser mit 10% concentrirter alkoholischer Gentianaviolettlösung versetzt) gefärbt; dann $^1/_2$—1 Minute mit Jodjodkalilösung (1:2:300) behandelt, hierauf — ohne Wasserspülung — mit absolutem Alkohol entfärbt, bis das Präparat makroskopisch weiss erscheint (bei dünnen Präparaten genügt eine Alkoholeinwirkung von etwa $^1/_2$ Minute), darauf mit Wasser abgespült und entweder mit Bismarckbraun oder mit stark verdünntem Fuchsin ($^1/_{20}$%) kurz nachgefärbt, so dass das Präparat leicht braun, respective rosa erscheint.

Die Eiterkokken u. s. w. sind dann intensiv violett, die Gonokokken und Kerne leicht braun, beziehungsweise hellroth gefärbt.

Gleich gute Resultate wie mit der Färbung mit Anilinwassergentianaviolett erzielt man nach den Untersuchungen von *Czaplewski*, welche wir durchaus bestätigen können, auch mit Carbolgentianaviolett (10% concentrirte alkalische Gentianaviolettlösung in $2^1/_2$%iger Carbollösung), und diese Farblösung hat besonders für den Praktiker den Vortheil, dass sie mehrere Monate unverändert haltbar bleibt.

Präparate, welche vorher mit Methylenblau gefärbt worden waren, werden am besten ohne vorherige Entfärbung der *Gram*'schen Methode unterworfen.

Zur Entfärbung soll bei Anwendung der *Gram*'schen Methode nur absoluter Alkohol gebraucht werden, was besonders von *Weinrich* betont worden ist. Eine Einwirkung der Färbelösung wie der Beizen von $^1/_2$—1 Minute genügt völlig und eine längere Färbung giebt keine besseren Resultate, im Gegentheil die Präparate entfärben sich dann mitunter schwerer und ungleichmässiger. Die Entfärbung mit absolutem Alkohol muss so lange fortgesetzt werden, als Farbwolken von den Präparaten aufsteigen. Bei Färbung von Gonokokkenculturen genügen hierzu in der Regel 15—20 Secunden, bei dünn ausgestrichenen Präparaten von Eiter 20—30 Secunden und bei Präparaten von schleimig-eitrigen Flocken ist gewöhnlich eine etwas längere Alkoholeinwirkung, etwa 1 Minute, erforderlich. Durch genügend grosse Menge des angewandten Alkohols respective genügende Erneuerung desselben

hat man darauf zu sehen, dass die Entfärbung auch wirklich unter der Einwirkung von absolutem Alkohol geschieht.

Zur Nachfärbung eignet sich am besten Fuchsinlösung, da dies die contrastreichsten Bilder giebt; nur muss die Fuchsinlösung genügend verdünnt sein ($^1/_{20}$%) und darf nicht zu lange einwirken (20 bis 30 Secunden), damit keine Ueberfärbung der Gram-festen — also violetten — Bakterien eintritt.

Nicht ganz so präcise tritt die Entfärbung der Gonokokken bisweilen an Präparaten von schleimigen eitrigen Flocken ein. Es beruht dieses wohl darauf, dass das gleichmässig dünne Ausstreichen solcher Filamente bisweilen kaum möglich ist und die Farbflüssigkeiten durch den Schleim offenbar nicht so leicht und gleichmässig zu den eingehüllten Bestandtheilen dringen können. Dieser Umstand beeinträchtigt aber den Werth der *Gram*'schen Methode kaum, da man es solchen Präparaten an den Niederschlägen und der ungleichmässigen Färbung aller Bestandtheile des Secretes, speciell der Kerne und des Schleimes ohne weiteres ansieht, dass die Färbung nicht einwandsfrei gelungen ist und der Ausfall der *Gram*'schen Färbung in dem vorliegenden Falle demnach nicht als völlig beweisend angesehen werden darf. Mit solchen Präparaten ist dann gewöhnlich nicht mehr viel zu machen, denn auch nach vollständiger Entfärbung mit salzsaurem Alkohol u. s. w. fällt die nochmals vorgenommene Färbung nach *Gram* meist ebensowenig befriedigend wie zuerst aus. Es ist daher rathsam, in solchen immerhin seltenen Fällen vollständig neue Präparate herzustellen und nach *Gram* zu behandeln.

Cultur des Gonococcus.

Die Züchtung des Gonococcus kommt als diagnostische Untersuchungsmethode in der Praxis im allgemeinen nur selten in Anwendung. Es liegt dies wesentlich daran, dass der Gonococcus im allgemeinen auf den gebräuchlichen Bakteriennährböden nicht wächst, sondern bestimmte, oft schwer zu beschaffende Nährsubstrate erfordert und auch in mancher anderen Beziehung die Züchtung von Gonokokken einige Vorfsicht und Uebung erfordert. Immerhin werden die Schwierigkeiten der Cultivirung von Gonokokken gewöhnlich überschätzt.

Obwohl es zweifellos ist, dass der Gonococcus wenigstens in höheren Generationen bisweilen auch auf den üblichen Bakteriennährböden, speciell Agar-Agar, kümmerlich zu gedeihen vermag, so gilt im grossen und ganzen doch auch heute noch der Satz, dass brauchbare Gonokokkennährböden uncoagulirtes menschliches Eiweiss enthalten müssen. Jedenfalls sind für diagnostische Zwecke nur derartige Nährsubstrate verwendbar.

Wertheim war der erste, welcher solche Nährböden für die Züchtung der Gonokokken empfohlen hat, und der *Wertheim*'sche Nährboden ist auch heute noch der beste Gonokokkennährboden, ja für diagnostische Zwecke der einzig brauchbare.

Die Darstellung des *Wertheim*'schen Serumagars erfolgt im einzelnen am besten in folgender Weise:

Will man das Plattenverfahren zur Isolirung und Züchtung der Gonokokken in Anwendung bringen, so impft man zunächst ein Reagens-

röhrchen mit wenigen Cubikcentimetern flüssigen menschlichen Blutserums mit dem gonorrhoischen Eiter, stellt dann in der üblichen Weise in zwei weiteren Röhrchen Verdünnungen her, erwärmt die geimpften Röhrchen im Wasserbade schnell auf 38—40°, vermischt sie mit gewöhnlichem 2%igen, verflüssigten und ebenfalls auf 40° C. abgekühlten Agar und giesst nun die einzelnen Röhrchen rasch zu Platten aus.

Will man dagegen das Ausstrichverfahren anwenden, so lässt man das in gleicher Weise hergestellte Serumagargemisch in Röhrchen schräg erstarren und streicht das Impfmaterial dann in der gewöhnlichen Weise auf die Oberfläche aus.

Die günstige Mischung sowohl für Platten wie für schräg erstarrte Röhrchen ergeben 2—3 Theile Fleischwasser-Pepton-Agar mit 1 Theil Serum.

Diese Mischung bietet für die Gonokokken nicht nur die besten Wachsthumsbedingungen, sondern lässt auch ein vorzügliches Erstarren zu.

Da die Plattenmethode immerhin noch Unbequemlichkeiten mit sich bringt, zudem selbst die kurze Einwirkung der Temperaturen von 39—40° den Gonococcus häufig schon schädigt und dieser wegen seines grossen Sauerstoffbedürfnisses vornehmlich an der Oberfläche des Nährbodens wächst, während die tiefer liegenden Colonien nur zu schwacher Entwicklung kommen, so hat man bald das *Wertheim*'sche Vorgehen verlassen und bedient sich jetzt fast ausschliesslich des Ausstrichverfahrens auf schräg erstarrtem Serumagar (1 Theil menschliches Serum, 2 Theile $1^1/_2$—2%iges Nähragar). An Stelle des Serums verwendet man mit Erfolg auch andere seröse menschliche Flüssigkeiten. Im allgemeinen eignen sich die Exsudate (Hydrocelen- und Pleutitisflüssigkeit, Inhalt von Cysten u. s. w.) wegen ihres höheren Eiweissgehaltes hierzu mehr als die Transsudate (z. B. Ascites), doch besteht ein principieller Unterschied hinsichtlich der Provenienz nicht. Dagegen ist die Thatsache von Wichtigkeit, dass sich die eine oder andere seröse Flüssigkeit trotz genügenden Eiweissgehaltes ausnahmsweise aus uns noch unbekannten Gründen, die wohl in der Zusammensetzung zu suchen sind, schlecht oder gar nicht für Gonokokkennährböden eignet. Der Nährboden muss also zunächst ausprobirt sein, ehe man ihn zu weiteren Untersuchungen benutzt.

Da es doch häufig schwierig ist, sterile seröse Flüssigkeiten vom Menschen zu beschaffen, hat man besonders in den letzten Jahren vielfach neue Nährböden für Gonokokken empfohlen, doch müssen dieselben bis jetzt im Vergleich zum *Wertheim*'schen Serumagar sämmtlich als minderwerthig bezeichnet werden.

Hierher gehört zunächst der von *Abel* empfohlene *Pfeiffer*'sche „Blutagar", d. h. schräg erstarrter Fleischwasseragar, dessen Oberfläche mit einem Tropfen Menschenblut bestrichen wird. Derselbe hat den grossen Vortheil, jederzeit leicht hergestellt werden zu können, doch ist das Wachsthum der Gonokokken auf demselben recht spärlich und unsicher. Nicht viel besser ist das Wachsthum auf Agar, dem an Stelle menschlicher seröser Flüssigkeiten Serum vom Rind, Kaninchen, Schwein u. s. w. zugesetzt worden ist. Dasselbe gilt auch von dem *Wassermann*'schen Nutrose-Schweineserumagar, in welchem die Gerin-

nungsfähigkeit des Schweineserums durch einen Nutrosezusatz aufgehoben und seine vorherige Sterilisirung dadurch ermöglicht wird.

Auch das von *Christmas* empfohlene reine coagulirte Kaninchenserum hat sich nicht als zuverlässig erwiesen.

Wichtig ist bei allen Cultivirungen des Gonococcus aus der Urethra, das Orificium urethrae und die Fossa navicularis mit warmem Wasser möglichst zu reinigen, um die hier stets wuchernde Saprophyten zu entfernen, und die Cultur sofort nach der Anlegung in den Brutschrank zu stellen, der eine gleichmässige Temperatur zwischen 35—37° C. haben muss.

Die Diagnose „Gonococcus" erfolgt in der Cultur auf Grund folgender Charakteristica:

Nach 24 Stunden wachsen die Gonokokken auf Serumagar bei Bruttemperatur zu thautröpfchenartigen, leicht grau gefärbten, ziemlich transparenten Colonien aus, welche die Grösse eines Stecknadelknopfes noch nicht erreichen und meist durch eine zäh-klebrige Consistenz ausgezeichnet sind. Die einzelnen Colonien berühren sich nur oben, fliessen aber nicht zusammen und sind von Streptokokkencolonien kaum zu unterscheiden. Im Ausstrichpräparat von solchen Colonien sieht man neben gut ausgebildeten Kaffeebohnenformen bereits reichlich Degenerationsformen, welche sich hier hauptsächlich in Aufquellung und schlechter Färbung documentiren. Mit dem Alter der Cultur nimmt die Zahl der Degenerationsformen noch weiterhin zu und die Menge der semmelförmigen Diplokokken ab, und schon nach 2—3 Tagen findet man letztere nur noch vereinzelt.

Auch in Klatschpräparaten tritt die Degeneration der älteren Kokken im Centrum der Colonien sehr deutlich hervor, während man an der Peripherie wohlgestaltete Kaffeebohnenformen findet.

Stets entfärben sich Ausstrichpräparate von Gonokokkenreinculturen schnell und prompt bei Anwendung des *Gram*'schen Verfahrens, und dies ist eines der wichtigsten differentialdiagnostischen Charakteristica auch für die Cultur.

Ein Wachsthum der Gonokokken findet unter 30 und über 39° C. nicht statt.

Schliesslich gedeihen die Gonokokken auf gewöhnlichem Agar entweder gar nicht oder es findet nur in höheren Generationen ein kümmerliches Wachsthum statt. Diese Eigenschaft des Gonococcus ist auch heute noch von grosser differentialdiagnostischer Bedeutung, obwohl es jetzt zweifellos feststeht, dass Gonokokken besonders in höheren Generationen auch auf gewöhnlichem Agar kümmerlich zu gedeihen vermögen.

Ferner ist der Gonococcus überaus empfindlich gegen äussere Einflüsse, speciell Austrocknung und höhere Temperaturen. Schon Temperaturen über 41° C. tödten ihn innerhalb von wenigen Stunden ab.

Endlich ist der Gonococcus für Thiere nicht infectiös, wohl aber wirken grössere Mengen lebender oder abgetödteter Gonokokken sowie Filtrate der Culturen besonders bei intraperitonealer Einimpfung auf Versuchsthiere giftig. Mäuse und Meerschweinchen gehen bei Einimpfung von ca. 1 resp. 5 Ccm. Gonokokkencultur innerhalb von 20—36 Stunden zugrunde.

Diese Charakteristica zusammengenommen reichen durchaus aus, um die Diagnose „Gonokokken" zu stellen und eine Ueberimpfung der Cultur auf die menschliche Harnröhre ist hierzu nicht erforderlich.

Praktische Bedeutung und Verwerthung des Gonokokkennachweises.

Sind die verschieden morphologischen Charakteristica der Gonokokken im Trippereiter (Kaffeebohnenform, Häufchenbildung, intracelluläre Lagerung) sehr ausgesprochen, wie dies bei floriden Gonorrhoen meist der Fall ist, so genügen dieselben vollständig, um die Diagnose Gonococcus zu sichern. In diesen Fällen reicht ein Blick in das Mikroskop aus, um die Diagnose zu stellen. Auch in gerichtlichen Fällen genügt ein derartig charakteristisches Bild in Verbindung mit dem Ausfall der *Gram*'schen Färbung, um die Entscheidung ohne Zuziehung der Cultur zu treffen, da besonders in der männlichen Harnröhre nur ganz ausnahmsweise Diplokokken vorkommen, welche sich nach *Gram* entfärben, und diese seltenen Kokken morphologisch mit dem Gonococcus kaum zu verwechseln sind.

Anders ist es bei mehr chronischen, gonorrhoischen Erkrankungen der Harnröhre. Hier ist die Form und Lagerung der wenigen Gonokokken, welche man findet, viel weniger ausgesprochen und dadurch die Diagnose weit schwieriger. Fällt dann die *Gram*'sche Färbung auch noch mangelhaft aus, so ist eine sichere Entscheidung thatsächlich bisweilen unmöglich. In solchen Fällen kann nur eine wiederholte peinliche Untersuchung Gewissheit bringen, und auch die Heranziehung des Culturverfahrens vermag unter solchen Umständen die Diagnose zu erleichtern und zu sichern.

Das Gleiche gilt von chronischen Urethritiden, bei denen zunächst überhaupt keine auf Gonokokken verdächtigen Mikroorganismen gefunden werden. Auch hier kann nur auf Grund oft wiederholter peinlicher Untersuchungen ein Urtheil über die Natur der Urethritis gefällt werden.

Gewöhnlich ist es bei der mikroskopischen Untersuchung von Secreten derartiger chronischer Gonorrhoen vortheilhaft, sich erst mit schwacher Vergrösserung die eitrigen Stellen des Präparates, speciell die alveolären Drüsenausgüsse, aufzusuchen, da sich hier noch am ehesten Gonokokken finden werden. In den Fällen, in denen dieses Vorgehen jedoch nicht zum Ziele führt, müssen wir dann die sogenannten Provocationsverfahren anwenden, welche den Zweck verfolgen, einmal in der Tiefe der Drüsen sitzende Gonokokken rein mechanisch an die Oberfläche zu bringen, und ferner durch die der Reizung folgende Hyperämie und seröse Durchtränkung der Schleimhäute, welche eine Verbesserung des Nährbodens bewirken sollen, gewissermassen abgekapselte oder latente Gonokokkenherde zu neuer Wucherung anzuregen. Die Methoden der Provocation, welche man hierzu anwendet, bestehen einmal in Injectionen chemisch reizender Mittel und ferner in mechanischer Expression und Reizung der Schleimhäute und können hier nicht näher beschrieben werden (vergl. die einschlägigen Arbeiten von *Neisser, Jadassohn, Scholtz* u. a.). Jedenfalls hat die Erfahrung gezeigt, dass es bei sachgemässer Anwendung des Provocationsverfahrens, verbunden mit eingehender mikroskopischer Untersuchung,

mit vollkommen genügender Sicherheit gelingt, im Einzelfalle festzustellen, ob eine Urethritis gonorrhoisch und demnach noch infectiös ist.

Das Culturverfahren kann für den Gonokokkennachweis auch bei chronischen Gonorrhoen und bei der Frage des Eheconsenses im allgemeinen entbehrt werden, wenn man bei seiner Anwendung in der Regel auch etwas rascher als auf rein mikroskopischem Wege zum Ziele gelangt. Die Annahme von *Wertheim* u. a., dass die Gonokokken bei chronischen Gonorrhoen infolge hochgradiger Degeneration nicht mehr färbbar und daher mikroskopisch nicht mehr nachweisbar, wohl aber noch lebensfähig und übertragbar sein könnten, erscheint uns durchaus unbegründet, da einerseits in Präparaten acuter wie chronischer Gonorrhöen Degenerationsformen der Gonokokken überhaupt nur selten und jedenfalls nicht hochgradiger Art zu finden sind und andererseits unserer Erfahrung nach Gonokokkenculturen, in welchen mikroskopisch absolut keine Kokkenformen mehr, sondern nur noch Detritus nachweisbar sind, auch nicht mehr überimpfbar sind.

Von ausserordentlich grossem Werth und unentbehrlich ist dagegen die Heranziehung der Culturmethode in Fällen, in denen es sich darum handelt, festzustellen, dass bestimmte extragenitale Affectionen auf den Gonococcus zurückzuführen sind. So ist z. B. bei Augenaffectionen und ebenso bei Meningitis cerebrospinalis der Meningococcus intracellularis von dem Gonococcus nur durch das Culturverfahren mit Sicherheit zu unterscheiden, wie dies bereits erwähnt wurde. Aber auch bei Rectalaffectionen (Rectalgonorrhoe!) und bei der Vulvovaginitis kleiner Mädchen ist die Diagnose „Gonococcus“ mikroskopisch bisweilen nicht mit vollster Sicherheit zu stellen. In manchen gerichtlichen Fällen dieser Art wird die Heranziehung des Culturverfahrens daher geboten erscheinen (*Koplik, Bosc, Neisser, Steinschneider* u. a.).

Die bakteriologische Untersuchung des Sputums.

Von Dr. **E. Czaplewski**, Director des Bakteriologischen Laboratoriums der Stadt Cöln.

Differenzirung in Lungen-, Rachen-, Nasensecret.

Unter dem Namen Sputum, Auswurf, verstehen wir die gesammten Secrete des Respirationstractes sammt all ihren Beimengungen und Verunreinigungen, soweit dieselben durch den Mund entleert, „ausgeworfen" werden, gleichgiltig, aus welchem Theile des Respirationstractus dieselben stammen. Selten werden wir das Secret von einem einzelnen Abschnitt des Respirationstractes ganz rein erhalten können, da dasselbe auf seinem Wege bis zu dem Munde zumeist durch Beimengungen der Secrete etc. von anderen Schleimhäuten verunreinigt wird. Für die Beurtheilung einer Erkrankung der Lungen aus dem Sputum kann natürlich nur der wirklich aus den Lungen stammende Auswurf in Betracht kommen. Aus dem eben angeführten Grunde wird man aber auch bei aus den Lungen stammendem Auswurf sehr oft in der Lage sein, die morphologischen Bestandtheile anderer, vorzüglich der mehr distal gelegenen Abschnitte des Respirationstractes nachweisen zu können. Diese morphologischen Bestandtheile sind entweder normalerweise beigemischt, indem die Epithelien der in Frage kommenden Schleimhäute, vor allem die der Mund- und Nasenhöhle, einem fortwährenden physiologischen Abschuppungsprocesse unterworfen sind, oder diese sonst physiologische Abschuppung ist pathologisch mehr oder minder hochgradig gesteigert. Ausser den morphologischen epithelialen Elementen besteht der Auswurf, und zwar zu seinem grössten Theile, aus Wasser, Mucin und Salzen. Meistentheils ist dem Auswurf Speichel beigemischt; man wird also auch Speichelkörperchen nicht vermissen. Im pathologisch veränderten Auswurf treten ausserdem Eiterkörperchen, elastische Fasern etc. auf. Je weniger morphologische Elemente vorhanden sind, umso durchsichtiger, je mehr, um so undurchsichtiger erscheint der Auswurf. Bei gewissen Erkrankungen des Respirationstractes ist der Auswurf durch ganz bestimmte, für diese

Erkrankung typische Eigenthümlichkeiten charakterisirt. (*E. Czaplewski*, Die Untersuchung des Auswurfs auf Tuberkelbacillen, Jena 1891, Gust. Fischer, pag. 3.)

Es kann in manchen Fällen wichtig sein, zu wissen, aus welchen bestimmten Theilen des Respirationstractes der Auswurf stammt. Ein Hilfsmittel dafür gewähren die morphologischen Bestandtheile des Sputums. Geradeso wie die Paläontologie von „Leitfossilien" spricht, könnten wir hier von „Leitzellen" sprechen. Als solche fasse ich auf die verschiedenartigen Zellformen der oberflächlichen Schleimhautschichten im ganzen Respirationstract, welche, wie oben erwähnt, einer mässigen physiologischen und einer gesteigerten pathologischen Abschuppung unterliegen. Bei ersterer überwiegen naturgemäss ältere Individuen mit schlecht oder gar nicht mehr färbbaren Kernen, während bei letzterer gerade auch jüngere Formen (wegen reger Zelltheilung) mit gut färbbaren Kernen abgestossen werden. Als „Leitzellen" rechne ich also zunächst die Plattenepithelzellen von Mund und Rachen, die Cylinder- und Flimmerepithelzellen der Bronchien, die Alveolarepithelien und sogenannte Staubzellen der Lunge. Eine Beimischung von rothen Blutkörperchen, Hämosiderin, Eiterkörperchen, *Curschmann*'schen Spiralen, *Charcot-Leyden*'schen Krystallen etc. etc. weist dann auf die entsprechenden pathologischen Processe hin.

Gewinnung geeigneten Materials.

Um nun Auswurf bakteriologisch gewinnbringend zu untersuchen, muss man peinlich genau für Auswahl eines geeigneten Materials Sorge tragen.

Da die meisten Verunreinigungen des Auswurfs (d. h. zunächst des Lungen- und Bronchialsecretes) in der Mundhöhle erfolgen, soll man die Patienten anhalten, den Mund vor dem Auswerfen mehrmals hintereinander energisch mit sterilem, d. h. frisch abgekochtem Wasser auszuspülen, bis das Spülwasser möglichst klar abläuft.

Dann soll der „durch wirkliches Husten, nicht Räuspern" entleerte Auswurf in sterilen Gefässen aufgefangen werden. Arbeitet man in einem wohleingerichteten Krankenhaus mit Laboratorium, so wird man sich hierzu zweckmässig der bekannten *Petri*'schen Doppelschalen bedienen. Zum Gebrauch in der Praxis wird man sich sterilisirter anderer Gefässe bedienen müssen, welche einen sicheren Verschluss gewährleisten und vor Zertrümmerungen geschützt sind. In Cöln habe ich zu diesem Zwecke cylindrische Sputumgläser von 6 Cm. Länge bei 4 Cm. Durchmesser mit gut schliessenden Korkstopfen eingeführt, welche bei 160° im Trockensterilisator (mit Thermoregulator) sterilisirt in einer vierkantigen Holzbüchse, umschlossen von einer dauerhaften Enveloppe mit fertiger Adresse (An das Bakteriologische Laboratorium . . . etc.) [diese Sputumröhren werden geliefert von *Theod. Schroeter*, Leipzig-Connewitz, Preis: 0·30 M.], in den Apotheken der Stadt unentgeltlich vorräthig sind und dann durch Boten oder per Post an das Laboratorium schnellstens zugesandt werden.

Den Sputumgläsern ist beifolgender Zettel

Sputum-Untersuchung.

Bakteriolog. Laboratorium der Stadt Cöln.

Telephon Nr. 883. * Sprechstunden 10—1 vorm., 4—6 nachm.

J.-Nr. *Datum der Absendung:*
Art und Herkunft des zu untersuchenden Materials:
Vor- und Zuname des Patienten:
Alter desselben:
Wohnung:
Klinische Diagnose:
Unterschrift des auftraggebenden Arztes:
Dr. med.
Wohnung:

Nachricht erwünscht durch Brief, telephonisch (an Telephon-Nr.
am zwischen Uhr), telegraphisch.
(Nichtgewünschtes zu durchstreichen.)

Die Kosten verflichtet sich der Unterzeichnete zu zahlen:

Extrakosten, wie Telegrammgebühren, Porto, hat der Besteller zu tragen.

zur Ausfüllung durch den absendenden Arzt beigegeben.*

Um bei kleinen Kindern, welche bekanntlich ihr Sputum zu verschlucken pflegen, das Sputum zu gewinnen, empfiehlt es sich, bei der Racheninspection einen Hustenreiz auszulösen, z. B. indem man mit dem Zungenspatel auf den Zungengrund drückt, oder, wenn nöthig, die Gaumenbögen oder die Epiglottis reizt. Das durch einen Hustenstoss heraufbeförderte Sputum wird dann mit dem Tupfer oder einem ähnlichen Instrument aus dem Rachen ausgewischt und durch Spülen in steriler Flüssigkeit vom Tupfer gelöst und gewaschen. Nach diesem Princip habe ich schon früher Material von Keuchhustenkindern erhalten; neuerdings wird dieses Vorgehen von *M. J. Jundell,* Hygiea, November und December 1901, ref. Sem. méd., 1902, pag. 176, dringend empfohlen.

Man wird natürlich sehen, möglichst charakteristischen Lungenauswurf, nicht etwa blos wässeriges und mit Speiseresten vermischtes Mund- oder Nasenrachensecret zu erhalten. Für Untersuchung auf Tuberkelbacillen wird mit Recht meistens empfohlen, das erste **Morgen**sputum aufzufangen. Da die Ausscheidung der pathogenen Bakterien aus den erkrankten Lungenpartien aber oft sehr unregelmässig vor sich geht, ist von anderer Seite vorgeschlagen worden, das gesammte Tagessputum aufzufangen und gesammelt zur Untersuchung zu bringen.

Will man über das Sputum ein einigermassen sicheres Urtheil erlangen, so ist es aber unbedingt nothwendig, dasselbe frisch zu untersuchen, da dasselbe durch Wucherung von Saprophyten, Verunreinigung, Absterben der parasitischen Keime etc. sonst für die Untersuchung mehr oder weniger verdorben wird.

Noch mehr ist das der Fall, wenn das Sputum nicht rein, sondern in Wasser und wässerigen Flüssigkeiten aufgefangen wird, da hierdurch

* Die Gläser waren früher länger, daher unbequemer. Dies kurze Modell wurde ursprünglich für histologische Präparate angefertigt, bewährte sich aber bei versuchsweiser Benutzung für Sputum so gut, dass das alte längere Modell abgeschafft wurde.

das Sputum selbst alterirt und die Wucherung der Saprophyten begünstigt wird. Ausserdem wird dadurch der Transport des Sputums schwieriger und gefährlicher. Man soll nie ausser Augen lassen, dass wir bei dem Auswurf mit unter Umständen höchst gefährlichem Material zu thun haben. Ganz besondere Vorsicht ist geboten bei Verdacht auf Rotz, Milzbrand, Typhus, Tetanus, Diphtherie und namentlich Pest (für welch letztere die gesetzlichen Bestimmungen gelten [cf. Anweisung zur Bekämpfung der Pest. Amtliche Ausgabe. Berlin 1902, Julius Springer]). In solchen Fällen wird zweckmässig der Arzt persönlich die Uebermittlung an das Laboratorium übernehmen, falls dies nicht wie bei Pest anders geregelt ist.

Namentlich Zusätze von Antisepticis sind, wenn Züchtungsversuche angestellt werden sollen, naturgemäss verpönt. Dagegen erscheint es bei der Untersuchung auf Tuberkelbacillen zulässig, das Sputum in 1%iger Carbolsäure oder 1 : ‰ Sublimat-Kochsalzlösung aufzufangen, da dadurch die Färbbarkeit der Tuberkelbacillen nicht beeinträchtigt wird. Im letzteren Falle erhält man aber leicht Hg-Niederschläge, die durch Vorbehandlung des Präparates mit *Lugol*'scher Lösung und Alkohol vermieden werden können.

Verarbeitung des Materials.

Das Sputum wird, wenn das nicht schon geschehen ist, in eine grössere Petrischale gegossen und am besten auf schwarzem Grunde betrachtet. Sehr geeignet zu dieser makroskopischen Betrachtung ist auch das von *Krönig* angegebene kleine Beobachtungstischchen*, bei welchem man das Sputum zugleich im durchfallenden Lichte untersuchen kann. Eventuell Durchmusterung mit der Lupe.

Man sucht sich nun die dichtesten Sputumballen, respective Flöckchen heraus und zieht sie mit geeigneten Instrumenten aufs Trockene, z. B. den inneren Deckel der Schale. Hierbei und zum weiteren Abschneiden und Verarbeiten des Sputums sind die von *v. Sehlen* (Centralbl. f. Bakt., 1888, IV, pag. 725) angegebenen kleinen Platinspatelchen von grösstem Werth, da sie genügend stark und scharf sind und sich bequem ausglühen lassen.** (Vorsicht wegen Abspringens von Tropfen durch Phänomen des *Leidenfrost*'schen Tropfens!)

Waschen des Sputums.

Um das Lungensputum von den ihm auf seinem Wege nach aussen beigemengten Verunreinigungen zu befreien, hat *R. Koch* seine bekannte Waschmethode angegeben, welche von *Kitasato* publicirt wurde:

„Eine als geeignet erscheinende, d. h. aus den tieferen Theilen des Respirationsapparates stammende Sputumflocke wird mit sterilisirten

---

* Verhandl. d. Congr. f. inn. Med., 1891, pag. 407. Zu beziehen von *Rob. Muencke*, Berlin, Louisenstr. Preis: 15 M.

** Man stellt sich dieselben leicht selbst her, indem man die Spitze eines dicken Platindrahtes mit der Finne des Hammers vorsichtig kalt aushämmert zu ruderartiger Gestalt und nachher etwaige Ecken mit Scheere und Feile abrundet. Zur Befestigung ziehe ich die *Kolle*'schen Nadelhalter (von *F. M. Lautenschläger*, Berlin) den Glasstäben unter allen Umständen vor.

Instrumenten isolirt und in mindestens zehn mit sterilisirtem Wasser gefüllten Schälchen (am besten *Petri*'schen Doppelschälchen) nacheinander sorgfältig gewaschen. Es gelingt auf diese Weise, nahezu alle beim Passieren der Mundhöhle der Oberfläche des Sputumballens beigemengten anderen Bakterien zu entfernen." (Ztschr. f. Hyg., XI, 1892, pag. 442.)

Da dieses Verfahren etwas umständlich und die Führung der Sputumflocken in den Petrischalen nicht gerade bequem und auch nicht sehr energisch ist, habe ich (Deutsche med. Wochenschr., 1897, Nr. 37) dies Verfahren etwas modificirt. Die dichtesten Sputumflocken werden ausgewählt und in mindestens drei Peptonwasserröhrchen unter Schütteln gewaschen. Das Verfahren ist viel energischer als das ursprünglich von *Koch-Kitasato* angegebene; dabei kann man die Stärke der Bewegung beim Ausschütteln genau nach Grösse und Consistenz der Sputumflocken bemessen.

Ausstrich und Fixirung.

Von den so gewaschenen Sputumflocken werden die Ausstrichpräparate angefertigt, und zwar am besten mit Hilfe des kleinen Platinspatelchens. Handelt es sich um stark eitriges Sputum mit schon stark geschädigten, dem Zerfall nahen Zellen und mit grossem Reichthum an Fibrin, so empfiehlt es sich, das Sputum nicht unverdünnt, sondern mit einem Tropfen sterilen Wassers vorsichtig zu verstreichen, da man dadurch schönere Bilder und besser erhaltene Zellen erhält.

Zu den Ausstrichpräparaten werden meist Deckgläschen (am besten 18 Qmm. von 0,18 Mm. Dicke) gebraucht. Im praktischen Laboratoriumsbetrieb empfiehlt es sich aber durchaus, die zarten und theuren Deckgläser durch die derberen, mehr Fläche bietenden und dabei viel billigeren Objectträger zu ersetzen und dann direct ohne Deckglas mit Immersionsöl betropft zu untersuchen (nach *A. Neisser*). Man kann ausserdem bei der Untersuchung der Culturen gleichzeitig bequem mehrere (in einer Reihe 6—8, also in 2 Reihen 12—16) Colonien oder Culturen auf einem Objectträger untersuchen, wobei man sich die linke Seite des Objectträgers zweckmässig durch einen Gelbstiftstrich markirt.

Man darf sich dann aber durch mitunter vom Gelbstiftstrich herrührende kleine gelbe Krystalle nicht irritiren lassen.

Die Ausstrichpräparate werden in gewöhnlicher Weise (cf. die allgemeinen Vorschriften) lufttrocken gemacht und dann fixirt. Dies geschieht in der gewöhnlichen Weise mittels Durchziehen durch die Flamme oder wenn man eine Polfärbung (bei Pestbacillen und verwandten Arten) zu erzielen wünscht, nach der *Sobernheim*'schen Methode durch Auftropfen von Alkohol, Abtropfenlassen und Abbrennen des Restes.

Das fixirte Präparat kann nun gefärbt werden. Deckgläschen werden dabei zweckmässig mit der *Cornet*'schen oder der *Kühne*'schen Pincette, Objectträger mit zwei *Cornet*'schen oder mit der *Abel*'schen Pincette gehalten.

Färbung.

Zur Färbung können die verschiedensten Farbstoffe dienen. Will man aber ein gegebenes Sputum analysiren, so ist es zweckmässig, nach ganz verschiedenen Färbungsverfahren planmässig zu färben.

1. Ueberhaupt zur Orientirung empfiehlt sich eine Färbung nach modificirter *Gram-Weigert*'scher Methode mit Fuchsinnachfärbung. (*Czaplewski*, Hyg. Rdsch., 1896, Nr. 21.)

1 Min. Anfärbung in Carbolgentiana (11 Ccm. conc. alkoh. Gentianaviolettlösung, 10 Ccm. Alkohol, 50 Ccm. 5% Carbolwasser, 50 Ccm. Aqu. dest.); Abspülen; 30 bis 60 Sec. *Lugol*'sche Lösung (1 Jod mit 3,0 Jodkali verrieben, dazu 200,0 Aqu. dest.), Abspülen, Trocknen (sehr wichtig!). Dann Differenziren mit Anilinxylol (2 : 1, zu der Mischung setze ich neuerdings, um reinere Bilder zu bekommen, 1,5% Aceton zu); Abspülen mit Xylol, Trocknen, Nachfärbung mit 1 : 10 verdünntem Carbolglycerinfuchsin (1,0 Fuchsin in Reibschale verrieben mit 5 Ccm. Acid. carbol. liquef., dann mit 50 Ccm. Glycerin, dazu unter Umrühren 100 Ccm. Aqu. dest.), circa 1 Min. lang ev. unter leichtem Erwärmen, Abspülen, Trocknen, Untersuchen mit aufgetropftem Immersionsöl oder nach Einschluss in Balsam. Bei schwieriger Entfärbung kann die Wirkung des Anilinxylol durch vorsichtiges Zutropfen von 1 Tropfen Alkohol mitunter erleichtert werden. Einige Fibrin- und kernreiche Präparate lassen sich sehr schwer differenziren und geben gute Bilder nur dann, wenn das Material mit Wasser verdünnt ausgestrichen wurde.

Bei dieser Methode erscheinen die nach *Gram* färbbaren Bakterien dunkelblau bis dunkelblauviolett und schwarz, die nach *Gram* entfärbbaren aber roth mit Fuchsin nachgefärbt. Die Methode giebt ausserordentlich zierliche und meist auch sehr klare Bilder. Die nach *Gram-Weigert* färbbaren Bakterien treten dadurch in Bakteriengemischen besser hervor, zumal sie durch die *Gram-Weigert*'sche Färbung stets dicker erscheinen als die mit Fuchsin oder gar Methylenblau gefärbten Bakterien. Zu bemerken ist jedoch, dass namentlich bei einzelnen Arten sich nur jugendfrische Exemplare lückenlos nach *Gram-Weigert* oder gar nach der viel angreifenderen *Gram*'schen Methode färben lassen.

2. Tuberkelbacillenfärbung.

3. Färbung mit verdünntem Carbolglycerinfuchsin 1 : 10 circa 10 Min. oder ganz kurz mit unverdünntem Carbolglycerinfuchsin oder unverdünnter *Ziehl*'scher Lösung zum Nachweis von Influenzabacillen.

Das Carbolglycerinfuchsin ist der *Ziehl*'schen Lösung für diese Zwecke weit überlegen, weil es keine Niederschläge bildet, was einen Uebelstand der *Ziehl*'schen Lösung ausmacht. Es ist nämlich der leicht verdunstende Alkohol beim Carbolglycerinfuchsin principiell vermieden und durch den dreiatomigen Alkohol, Glycerin, ersetzt worden. Verdünnungen dürfen nur mit Aqu. dest., nicht mit gewöhnlichem Wasser hergestellt werden, da sich sonst die Lösung schnell zersetzt, während sie sonst unbegrenzt haltbar scheint.

4. Für gewisse Fälle die modificirte *Pick-Jacobson*'sche Färbung.

Ich habe die von *Pick* und *Jacobson* angegebene Färbung in der Weise modificirt, dass zu 30 Ccm. verdünntem Carbolglycerinfuchsin (3 Ccm. Carbolglycerinfuchsin, 27 Ccm. Aqu. dest.) *Löffler*'sches Methylenblau zuletzt tropfenweise zugegeben werde. Die richtige Mischung muss für jedes Methylenblau ausprobirt werden, was aber leicht geht. Neuerdings verwenden wir statt des *Löffler*'schen Methylenblaus Boraxmethylenblau und brauchen davon zur richtigen Mischung fast genau 3 Ccm.

Im gelungenen Präparat sind Bakterien blau, Zellen und Zellkerne roth. Gewisse Kokken, wie Sarcine, Tetragenus, M. catarrhalis und Meningokokken sind dabei schwarzblau, auch Gonokokken. Besonders schön werden diese semmelförmigen, schwarzblau gefärbten Kokken im Leibe von Leukocyten zur Darstellung gebracht. Durch die scharfe Färbung wird das Auffinden einzelner Exemplare ausserordentlich erleichtert. Die Methode liefert eine werthvolle Ergänzung zu der *Gram-Weigert*-Carbolglycerinfuchsinmethode. Leider ist die Lösung nur wenige Tage haltbar.

Culturversuch.

In den meisten Fällen ist zur Ergänzung der mikroskopischen Untersuchung das Culturverfahren nothwendig.

Hierzu sind in erster Linie die Blutserumplatten zu empfehlen. Das Wachsthum der meisten pathogenen Arten ist auf diesen Platten so charakteristisch und so viel üppiger als auf anderen Nährböden, dass ihre allgemeine Anwendung nicht nachdrücklich genug empfohlen werden kann, und zwar nicht blos für die Untersuchung auf Diphtheriebacillen. Bei Einhalten einer bestimmten Technik ist die Benützung dieser Platten sehr leicht und bequem.

Das zur Serumgewinnung benutzte Blut wird in ausgekochten und dann getrockneten grossen Emailtöpfen auf dem Schlachthof aufgefangen und mit Deckel bedeckt zum Gerinnen kühl bei Seite gestellt. Das ausgeschiedene Serum wird nach 2—3 Tagen vorsichtig unter Vermeidung von Aufrühren des Bodensatzes abgesogen (mit Pipetten oder Heber und auf sterile 500 Grammflasche mit Korkstopfen vertheilt und diese mit je 10 Ccm. Chloroform versetzt (nach *Kirchner*). Zum Gebrauch werden 4 Theile Serum mit 1 Theil 1%iger neutraler Traubenzuckerbacillen versetzt und in Petrischalen oder in Reagensröhrchen schräg erstarrt. Das Erstarren geschieht durch langsames Anheizen in einem Serumofen mit Wassermantel bis zur Siedetemperatur. Danach werden die Röhrchen und Platten noch an 3 Tagen hintereinander je $^1/_4$ Stunde im Dampf sterilisirt.

In zweiter und dritter Linie kommen neben Blutserumplatten nur noch Platten mit gewöhnlichem Agar, Glycerinagar und Blutagar (letztere für Influenza) in Frage.

Für diese Agarplatten dienen Petrischalen. Nach dem Giessen werden die Schalen, abwärts geöffnet, im Paraffinofen bei 50° kurze Zeit getrocknet (da sonst die Colonien ineinanderlaufen) und dann durch Bestreichen der Oberfläche beimpft. Die Schalen kommen umgekehrt in den Brutschrank. Das Agar muss natürlich tadellos fest und nicht schlottrig sein. Blutagarplatten werden mit Taubenblut (cf. den Abschnitt über Influenza) hergestellt.

Diese verschiedenen Agarplatten sind der Isolirung in Röhrchen bei weitem überlegen. Auch kann man durch Klatschpräparate sich viel schneller und sicherer über die gewachsenen Bakterien orientiren.

Nur ausnahmsweise kommen noch andere Nährböden in Betracht, z. B. Heydenagar für Tuberkelbacillen und Gelatineplatten für Pest und Typhus, sowie Kartoffeln für Rotz.

Bei allen diesen Nährböden wird im Gegensatz zu dem alten *Koch*'schen Plattengussverfahren die Oberfläche des starren Nährbodens geimpft, weil man immer mehr zu der unzweifelhaften Erkenntnis gekommen ist, dass fast nur die oberflächlichen Colonien für eine schnelle und sichere Diagnose verwerthbar sind, weil sie grösser und charakteristischer sind als die tiefliegenden Colonien und zudem schneller wachsen.

Will man die verdächtigen Colonien isoliren, so kann man dies bequem thun, indem man auf derselben Platte oder auf einer Platte desselben Nährbodens Striche mit einer ganz feinen Nadel macht, mit welcher man die verdächtige Colonie berührt hat, oder man impft mit einer feinen Oese aus einer Suspension der Colonie auf eine neue Platte. Nach 24 Stunden bei 37° sind die Striche dann meist so weit ausgewachsen, dass sie bequem mikroskopisch und culturell weiter verarbeitet werden können.

Dann folgt die Identificirung auf anderen Nährböden und ev. der Thierversuch meist an weissen Mäusen, Meerschweinchen, Kaninchen, seltener Ratten oder Vögeln. Genaueres Protokoll ist nothwendig.

A. Lungenauswurf.

Nachweis von Tuberkelbacillen.

Der Nachweis von Tuberkelbacillen ist die häufigste Aufgabe, welche bei der Untersuchung des Auswurfs gestellt wird, und bei der enormen Verbreitung der Tuberculose wohl auch als die wichtigste zu bezeichnen. Er wird im Gegensatz zu dem Nachweis von fast allen übrigen Krankheitserregern fast nur mikroskopisch, selten mit Hilfe des Thierversuches erbracht, während das directe Culturverfahren meist im Stiche lässt, ganz abgesehen davon, dass es zu lange dauert. Der Nachweis der Tuberkelbacillen beruht auf ihrer Eigenschaft, Farbstoffe schwer anzunehmen und den einmal angenommenen Farbstoff so festzuhalten, dass er selbst bei Behandlung mit Säuren und Alkohol sehr schwer wieder abgegeben wird. Während man diese Eigenschaft früher als eine specifische, nur ihnen allein zukommende Eigenthümlichkeit der Tuberkelbacillen betrachtete, hat man in der Neuzeit Bakterienarten kennen gelernt, welche die gleiche Eigenschaft besitzen, so dass man in gewissen Fällen andere Kriterien zur Diagnosenstellung hinzuziehen muss.

Gang der Untersuchung.

Zur Untersuchung nimmt man am besten Morgensputum, welches durch Husten entleert wird. Als besonders verdächtig gelten die geballten münzenförmigen eitrigen Sputa.

Bei der Auswahl des auszustreichenden Partikelchens achte man auf die sogenannten Linsen, d. h. Cavernenbröckel, welche oft förmliche Reinculturen von mitunter sehr zierlich schlangenförmig angeordneten Tuberkelbacillen darstellen. Man darf sie aber nicht mit Speisebröckeln oder den „Lacunarpfröpfen“ aus den Tonsillen bei Angina lacunaris verwechseln, welche übrigens meist einen sehr üblen Geruch besitzen.

Die nicht zu dick, sondern lieber möglichst dünn mit dem Platinspatelchen oder einem Skalpell ausgestrichenen Präparate werden nach einer der bekannten Färbemethoden auf Tuberkelbacillen gefärbt. Warnen möchte ich hier nur ausdrücklich vor der wegen ihrer bequemen Ausführbarkeit so beliebten und weitverbreiteten *Gabbett*'schen Methode, da dieselbe vielfach zu Fehldiagnosen geführt hat. Die Methode färbt nämlich auch Bacillen wie Smegmabacillen mit an, welch letztere aber eine nachfolgende Alkoholbehandlung nach der Säure nicht vertragen. Namentlich verhängnisvoll ist die Methode bei Urogenitaltuberculose geworden, doch kann sie auch, wie wir aus den Beobachtungen von *A. Fraenkel, Pappenheim* u. a. wissen, bei Sputumuntersuchungen gelegentlich irreführen.

Während früher die starken Mineralsäuren, wie Salpetersäure und Schwefelsäure, zur Entfärbung der Präparate benützt wurden, ist man

jetzt immer mehr zu schonenderen und doch sicheren Entfärbungsmethoden übergegangen, welche stark verdünnte oder gar keine Mineralsäuren in Anwendung bringen. Ich selbst bevorzuge zum Gebrauch im Laboratorium zwei von mir ausgearbeitete Methoden. Für Deckglaspräparate nehme ich die Fluoresceinmethylenblaumethode:

Fluoresceinmethylenblaumethode auf dem Deckglase.

Färben auf dem Deckglas, welches mit *Kühne*'scher Pincette gehalten wird, mit Carbolfuchsin über kleiner Flamme bis zum Sieden. Abtropfen! Sofort (ohne Abspülen!) 6—10mal in Fluoresceinmethylenblau unter Abfliessenlassen über die Fläche, sodann 10—12mal in concentrirtem alkoholischen Methylenblau, eventuell wiederholen. Abspülen in reinem Wasser, Deckglas auflegen, absaugen, abwischen, untersuchen mit Immersion.

Das Fluoresceinmethylenblau ist eine concentrirte alkoholische Lösung von Fluorescein *(Grübler)*, in welcher Methylenblau (conc.) gelöst ist.

Die Methode ist schnell, vermeidet Verluste von gefärbten Tuberkelbacillen, da die Entfärbung ganz ohne Mineralsäure vor sich geht, giebt sehr klare und scharfe Bilder, auch von fremden Mikrobien. Als Nachtheil ist anzuführen, dass die Tuberkelbacillen dunkelkirschroth, mitunter mit leichtem Stich ins Violette werden und dass die Methode ein gleichmässiges und dünnes Ausstreichen der Sputa erfordert.

Da die Deckglasmethode für ein grösseres Institut mit Massenbetrieb zu theuer ist, ziehe ich für den täglichen Gebrauch die Färbung auf dem Objectträger nach *Wyssokowicz-Czaplewski* vor.

Färbung nach *Wyssokowicz-Czaplewski* auf dem Objectträger.

Die Methode (Arb. a. d. path. Inst. z. Tübingen, 1892, Bd. I, Heft 3, pag. 388 ff.) besteht in Anfärben mit Carbolfuchsin auf dem mit zwei *Cornet*'schen Pincetten gehaltenen Objectträger unter Erwärmen mit Farbstoff bedeckt, dann kurze Zeit liegen lassen, ca. 1 Minute und länger, eventuell wiederholen. Abspülen, dann Differenziren mit *Ebner*scher Entkalkungsflüssigkeit*, wobei der Objectträger schräge gehalten und die *Ebner*'sche Flüssigkeit am oberen Ende aufgetropft wird, so dass sie unten abläuft. Abspülen mit Alkohol, wenn der Grund schon klar zu werden beginnt (stark angefärbte Tuberkelbacillen vertragen aber 10 Minuten und länger diese Entfärbung).

In letzter Zeit habe ich diese Alkoholabspülung, ohne Nachtheil zu bemerken, meist fortgelassen, dann Abspülen mit Wasser. Dagegen habe ich gefunden, dass die Entfärbung entschieden beschleunigt wird, wenn man die Behandlung abwechselnd mit *Ebner*'scher Flüssigkeit und Wasser mehrmals wiederholt. Nachfärbung mit verdünntem alkoholischen Methylenblau (1 : 4) 1 Minute. Dann Abspülen mit Wasser, Trocknen, Untersuchen mit aufgetropftem Immersionsöl nach *A. Neisser*.

Die Methode ist sehr schonend, giebt klare und in Bezug auf Mikroorganismen des Sputums scharf gefärbte Präparate und ist dabei bequem in der Ausführung und billig, da die theuren Deckgläser vermieden sind.**

---

* Rp. Acid. muriat.
Natr. chlorat. aa . . . 2,5
Aqu. dest. 100,0
Lösen! Dazu Alkohol . 500,0

** Ich will hier bemerken, dass es sich empfiehlt, für diese und andere Methoden die Farbstofflösungen in Tropffläschchen, mit Gummisaughütchen, die Entfärbungsflüssigkeiten, wie Alkohol, Anilin-Xylol (in braunem Glase), *Ebner*'sche Flüssigkeit etc. in Patenttropfflaschen *(Traube-Kattentid)* von 30—100 Ccm. Inhalt (je nach Bedarf) zu benutzen. Dadurch wird sauberes und sparsames Arbeiten garantirt und eine Verunreinigung der Farblösungen etc. bei der Benützung vermieden (l. c. pag. 389).

Befund im gefärbten Präparat.

In den mit Fuchsin nach einer der Tuberkelbacillenfärbungsmethoden gefärbten Präparaten sind die Tuberkelbacillen roth, Zellen und andere Mikroorganismen (bis auf wenige, unten näher zu besprechende Ausnahmen) blau (Fig. 107).

Die Tuberkelbacillen erscheinen dabei als kleine, feine Stäbchen von ungefähr $^1/_4$—$^1/_2$ Durchmesser eines rothen Blutkörperchens Länge und geringer Dicke (0,0015—0,0035 Mm., *R. Koch*). Sie sind meist nicht vollkommen gerade, sondern weisen leichte Biegungen oder Knickungen auf, selbst bis zur Andeutung von schraubenartigen Drehungen. Es kommen auch kürzere und längere Formen (bis 11 μ) vor, erstere namentlich in jungen Culturen und in frischen Einschmelzungsprocessen, letztere in alten Culturen und bei chronischen Processen. Mitunter sieht es aus, als ob in einer längeren Kette von 3—4 Bacillen in der Mitte ein Glied fehlte, während Lagerung in einer Richtung und eine, sämmtliche Glieder wie in einem Schlauche zusammenhaltende, glasige Zwischensubstanz die Zusammengehörigkeit der einzelnen Glieder beweist.

Im Inneren der Bacillen finden sich mitunter in einigen Präparaten, z. B. von Cavernenbröckeln sehr zahlreiche, regelmässig eiförmige stark lichtbrechende Stellen, von denen die grössten den Bacillus deutlich überragen. Dieselben wurden früher als Sporen der Tuberkelbacillen aufgefasst. Man hat die Annahme der Sporennatur ziemlich allgemein aufgegeben, weil man keine besondere Resistenz derselben hat nachweisen können und weil man kein Auskeimen derselben beobachtet hat.

Man kann aber in gewissen Tuberkelbacillen durch intensive Färbung grosse Körner, intensiver als der Bacillus selbst gefärbt, darstellen. Ferner gelingt es mit einer modificirten Sporenfärbungsmethode, dieselben roth in blauen *(Babes, Czaplewski)* und schwarzblauviolett in rothen oder violett in rothen oder roth in violetten Tuberkelbacillen *(Czaplewski)* darzustellen. Auch habe ich wiederholt Bilder beobachtet, wo aus solchen Körpern, die theils frei, theils noch in Tuberkelbacillen lagen, anscheinend junge Tuberkelbacillen hervorsprossten. Da ferner in gewissen tuberculösen Eitersorten und Lymphdrüsen, welche noch infectiös sind, ohne dass man Tuberkelbacillen durch Färbung nachzuweisen vermag, entsprechende eigenthümliche, stark lichtbrechende Körperchen vorkommen, welche bei starker Färbung sich wie Tuberkelbacillen färben lassen, halte ich für meine Person entgegen der jetzt herrschenden Ansicht die Möglichkeit, dass es sich wirklich um Sporen der Tuberkelbacillen handelt, nicht für ausgeschlossen. Nur durch diese Annahme lässt sich die Infectiosität gewisser alter tuberculöser Herde ohne Bacillenbefund erklären (cf. auch *d'Arrigo*, Centralbl. f. Bakt., XXIX, pag. 122).

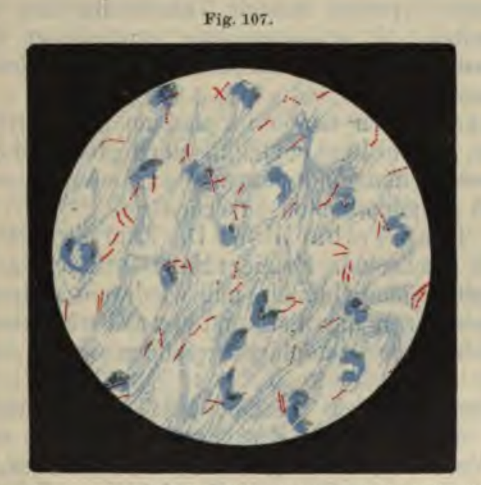
Diese freien, im fertigen Präparat meist „venös" *(C. Fraenkel)* bis schwärzlich gefärbten Körnchen bezeichnet *Spengler* (Zeitschr. f. Hyg., XLII, 1903, Heft 1, pag. 93) als „Tuberkelbacillensplitter" und Sputa, welche diese Formen reichlich enthalten, kurzweg als „Splittersputa". Diese Ausdrücke halte ich für nicht sehr glücklich, denn unter Splitter versteht man ein mehr stäbchenförmiges Gebilde.

Bei sehr starker Entfärbung färbt sich die Leibessubstanz vieler Tuberkelbacillen nicht gleichmässig und dick wie bei normalen Bacillen

und bei normaler Färbung, sondern ungleichmässig, **körnig** und dabei zart, wobei die noch gefärbt bleibenden Körnchen durch eine farblose Zwischensubstanz zusammengehalten scheinen. Diese Tuberkelbacillenformen nannten *Biedert* und *Siegel* (*Virchow's* Arch., 1884, XCVIII, pag. 99) „Körnchenreihenbacillen“. Dieselben sind identisch mit den sogenannten „Coccothrixformen“ von *Lutz-Unna* (Dermatol. Studien, 1886, Heft I, pag. 77). Meist finden sich daneben noch typische Tuberkelbacillen. Man erhält diese Bilder bei Entfärbung der Präparate mit starken Säuren *(Negri)*, rauchender Salpetersäure *(Voltolini)*, salpetriger Säure *(Lutz)*, nascirendem Jod *(Unna)*, nascirendem Brom *(Amann)*, wobei je nach dem Grade der Entfärbung die Substanz des Bacillus noch schwach gefärbt oder ungefärbt ist.

Man hatte auf diese Bilder hin eine Auflösung des Bacillus in Kokken angenommen, wovon natürlich keine Rede sein kann. Aehnliche intensiver gefärbte, je nach der Bakterienart verschieden angeordnete

Fig. 107.



Ausstrichpräparat aus Sputum mit zahlreichen Tuberkelbacillen.
Färbung nach *Ziehl-Nielsen*.

Bestandtheile findet man z. B. bei Anwendung der *Gram*'schen Methode bei einer ganzen Zahl von nach *Gram* färbbaren Bakterienarten bei den älteren Individuen, d. h. schon bei 2—4 Tage alten Culturen bei 37° reichlich. Auch bei schonender Entfärbung sieht man solche Bilder in Bacillen aus alten Herden, Cavernen und aus alten Reinculturen, aber meines Wissens nie bei ganz jugendfrischen Bacillen, so dass meines Erachtens der Befund von „Coccothrixformen“ auf eine gewisse Degeneration der Bacillen hinweist.

Bei den Tuberkelbacillen (bei menschlicher Tuberculose selten, bei Geflügeltuberculose häufiger, namentlich bei Züchtung bei 42°) ist auch das Vorkommen von echten Verzweigungen beobachtet. Im Sputum sind solche Formen selten, in alten Culturen häufiger. Ausserdem kommen dabei Kolbenbildung von feinen knopfförmigen Anschwellungen bis zu veritablen Kolben vor. *Babes* und *Levaditi,* sowie *Friedrich* haben unabhängig von einander nachgewiesen, dass bei Thierimpfungen auch

vollständige actinomycesartige Drusenbildungen mit Verzweigung und Kolben auftreten. Als abgesprengte Reste von solchen sind wohl die im Sputum gelegentlich zu beobachtenden Keulen und Verzweigungen aufzufassen. *Spengler* hält alle normal färbbaren Tuberkelbacillen für lebensfähig. Auch die pathologischen Formen seien noch lebensfähig, nur in geringerem Grade.

Lagerung. Die Tuberkelbacillen liegen im Sputum theils regellos zerstreut, theils in bestimmten Gruppirungen. Hierfür ist wohl die Art des Ausstreichens beim Präparat mit verantwortlich, da durch brüskes Ausstreichen zusammenhängende Gruppen leicht zerrissen und zerstreut werden können, andererseits die Bacillen durch das Ausstreichen eine bestimmte Lagerung (Fischschwarmlagerung durch Ausstreichen vorher rundlicher Complexe) erhalten können.

Häufig findet man die Tuberkelbacillen winkelig mit den Enden aufeinander gesetzt oder paarweise parallel oder in kleinen, besonders lebhaft gefärbten Häufchen. Selten finden sich, falls es sich nicht um Sputum aus grossen Cavernen handelt, Tuberkelbacillen in grossen Klumpen und noch seltener in schlangenartig gewundenen dicken Bacillenzöpfen, die genau dem Wachsthum der Tuberkelbacillen in künstlichen Culturen entsprechen.

Die Tuberkelbacillen liegen im Sputum fast durchwegs frei, viel seltener in Zellen, sowohl Leukocyten als auch grösseren Zellen, grösstentheils Alveolarendothelien, und zwar nicht blos etwa aufgelagert, wie dies häufiger bei Mundepithelien zu sehen ist.

Zahl der Tuberkelbacillen. Die Zahl der Tuberkelbacillen im Sputum ist enorm wechselnd. Es giebt Fälle, bei welchen jedes Gesichtsfeld von Tuberkelbacillen wimmelt, und wiederum andere, wo dieselben in vielen Untersuchungen gar nicht und erst bei wiederholter sorgfältiger Untersuchung in wenigen Exemplaren gefunden werden, dazwischen alle Uebergänge.

Man hat sich mehrfach bemüht, die Tuberkelbacillen im Sputum zu zählen. Die Methoden sind umständlich und steht der Zeitaufwand in gar keinem Verhältnis zu den erreichten Resultaten, da alle diese Methoden an sehr grossen Fehlerquellen leiden und der Bacillengehalt nicht nur in einzelnen Theilen des Sputums, sondern in diesem zu verschiedenen Tageszeiten und Tagen ungemein wechselnd ist, so dass man besten Falles den Bacillengehalt in der vorliegenden Sputumprobe bestimmen könnte. Auch ist im allgemeinen die Zahl der Tuberkelbacillen im Präparat nicht bedingt durch die Schwere des Falles. Man sollte ferner nicht vergessen, dass man in einer tuberculösen Lunge alle Stadien des tuberculösen Processes nebeneinander vor sich haben kann.

Trotzdem ist für praktische Untersuchungen eine ungefähre Angabe der Zahl der gefundenen Tuberkelbacillen zur Orientirung sehr erwünscht. Man bedient sich zu diesem Zwecke auch jetzt noch vielfach der bekannten *Gaffky*'schen Tabelle (Mitth. a. d. kais. Ges.-A., II, pag. 126). Ich habe dieselbe schon lange aufgegeben, weil die *Gaffky*'schen Zahlen stets in gewöhnliche Werthe umgerechnet werden müssen.

Ich habe daher (Arb. a. d. path. Inst. z. Tübingen, I, 1892, Heft 3, pag. 391) ein einfaches Zählverfahren angegeben, welches gestattet,

nach Art der Sehschärfebestimmung ohneweiters die Bacillenzahl anzugeben:

„In den Zähler eines Bruches kommt die Zahl der Bacillen, welche man in einem Gesichtsfelde zählt, in den Nenner die Zahl der entsprechenden Gesichtsfelder. Sind in einem oder mehreren ganzen Präparaten aber überhaupt nur wenige zählbare Bacillen, so kommt in den Nenner die betreffende römische Zahl, welche der Zahl der untersuchten Präparate entspricht. Es bedeutet also:

$\frac{6}{1}$ = 6 Bacillen in einem Gesichtsfelde

$\frac{\infty}{1}$ = unendlich viele Bacillen in einem Gesichtsfelde

$\frac{1}{5}$ = 1 Bacillus in 5 Gesichtsfeldern

$\frac{2}{\mathrm{I}}$ = 2 Bacillen in einem ganzen Präparate

$\frac{1}{\mathrm{VI}}$ = 1 Bacillus in 6 Präparaten

und so fort.

Es ist dabei vielleicht zweckmässig, das beobachtete Minimum und Maximum mit auszudrücken (z. B. $\frac{0-6}{1}$ etc.) und eventuell die Durchschnittszahl aus einer Anzahl von Gesichtsfeldern anzugeben (z. B. $\frac{0-6}{1}$ $D = \frac{3}{1}$).

Zu bemerken ist jedoch, dass, da durch Wechsel im Objectiv, Ocular oder der Tubuslänge der Durchmesser des Gesichtsfeldes sich ändert, die Angaben nur für die jedesmal benutzte optische Combination richtig sind."

Bei positivem Ausfall der Untersuchung auf Tuberkelbacillen genügt ein Präparat. Fällt dasselbe negativ aus, so muss man weitere Präparate machen. Da dies aber namentlich bei einem grösseren Untersuchungsmaterial zu zeitraubend wäre, so kann man sich bei negativem Befund mit zwei Präparaten von den verdächtigsten Stellen begnügen und schliesst sofort die Verflüssigung, Sedimentirung und Centrifugirung des Sputums an.

Das Verfahren bezweckt, durch Verflüssigung des Sputums sämmtliche etwa vorhandenen Tuberkelbacillen frei beweglich zu machen und dann auf kleinstem Raum zu concentriren, wodurch sie zur Beobachtung kommen müssen.

Die Idee stammt ursprünglich von *Biedert* (Berl. klin. Wochenschr., 1886, Nr. 42, pag. 713) und ist von verschiedenen Autoren modificirt worden. Ich wende ausschliesslich folgende Modification der *Biedert-Mühlhäuser*'schen Methode an:

Das zu verflüssigende Sputum wird je nach Consistenz mit der gleichen bis zehnfachen Menge 0,2%iger Natronlauge in einem Becherglase übergossen und unter Umrühren und Erhitzen über Flamme auf dem Asbestdrahtnetz zur Auflösung gebracht. Gröbere Flocken, welche mitunter der Auflösung grösseren Widerstand entgegensetzen, werden durch Zerreiben mit dem Glasstab vertheilt. Zu dem verflüssigten Sputum kommt soviel 1%ige alkoholische Phenolphthaleïnlösung, bis die Flüssigkeit dunkelroth ist. Dann wird aus einer Patenttropfflasche *Traube-Kattentid* vorsichtig so lange 10%ige Essigsäure, zuletzt tropfenweise und unter stetem Umrühren zugesetzt, bis die Flüssigkeit gerade entfärbt ist. (Vorsicht beim Neutralisiren, da durch Säureüberschuss

Mucin ausgefällt wird.) Wenn die Flüssigkeit an sich dünnflüssig ist, kann sie sofort sedimentirt werden, wenn nicht, so muss sie mit abgekochtem destillirten Wasser entsprechend verdünnt werden. Zum Sedimentiren dienen Spitzgläser, welche mit Uhrschalen etc. bedeckt werden. Nach beendigter Sedimentation wird vom Bodensatz abgegossen und der Rest mit dem aufgewirbelten Bodensatz centrifugirt. Die Sedimentirung kann in eiligen Fällen durch Verdünnen mit gleichen Theilen Alkohol (nach *Strassburger*, Münch. med. Wochenschr., 1900, Nr. 16, pag. 533) bedeutend beschleunigt werden. Auch kann man in solchen Fällen auf die Sedimentirung vollkommen verzichten, indem man das gesammte verflüssigte Sputum in einem einzigen Centrifugengläschen centrifugirt. Hierbei wird das Centrifugengläschen gefüllt, centrifugirt, die Flüssigkeit vom Bodensatz in ein steriles Kölbchen abgegossen, mit der zu centrifugirenden Flüssigkeit neu aufgefüllt, centrifugirt u. s. f., bis das ganze verflüssigte Sputum centrifugirt ist. Zum Schluss wird das Gefäss, welches dasselbe enthielt, noch mit der vom Centrifugenbodensatz abgegossenen Flüssigkeit nachgespült und auch dieser Rest centrifugirt. So gelingt es mit grösster Wahrscheinlichkeit, alle im Sputum etwa vorhandenen Tuberkelbacillen auf kleinem Raum zu concentriren.

Es wären hier noch einige wichtige Bemerkungen über den Gebrauch der Centrifuge einzuschalten. Die Handcentrifuge ist von *Thör-Stenbeck* erfunden und von *Litten* in die mikroskopische Technik eingeführt. *Krönig* benützte zuerst die *Litten*'sche Centrifuge zum Nachweis von Tuberkelbacillen sofort mit positivem Erfolg. Es giebt die verschiedensten Modelle, die einen wirken durch Friction, die anderen durch Zahnräder, noch andere durch Zahnräder mit Schraubenwellen. Ferner giebt es sogenannte Kreiselcentrifugen und Centrifugen mit Antrieb durch Wasser, Elektricität oder im Anschluss an maschinelle Anlagen. Der Anschaffung für den praktischen Arzt stand früher immer noch der hohe Preis (gegen 50—70 Mark) entgegen. Dies ist jetzt anders geworden, seit die kleinen Handcentrifugen nach amerikanischem Modell von *Lomb & Cie.* zu billigem Preise in den Handel gebracht sind. Die Firma *Union, Ernst Leutz & Co.*, Berlin, liefert jetzt bereits ausgezeichnet gearbeitete, geräuschlos laufende Centrifugen zum Preise von 37 Mark, ja sogar ein kleineres, einfacheres Modell zu 25 Mark. Bei dem Gebrauch aller Centrifugen, welche für 2—4 Centrifugengläschen ausgerüstet zu sein pflegen, ist zu beachten, dass die Centrifuge gleichmässig belastet sein muss, d. h. dass nicht etwa nur ein einziges gefülltes Röhrchen beim Centrifugiren eingesetzt wird. Wenn diese Vorsichtsmassregel nicht beachtet wird, „stösst" die Centrifuge, arbeitet unregelmässig und die Lager und Verschraubungen derselben werden gelockert, das Triebwerk kann vollkommen ruinirt werden. Ferner muss dafür gesorgt werden, dass die Centrifuge stets gut geölt ist, da sie nur so ihren leichten Lauf dauernd bewahrt. Ein Schutzblech (kreisförmig in der Peripherie der Centrifugenhülsen mit abnehmbarem Deckel) zum Schutz gegen Abspringen von Gläsern etc. ist dringend geboten.

Die Centrifugengläschen sind passend für die Centrifugenhülsen und nicht zu dünn zu wählen. Die konische, unten halsartig verjüngte Form des amerikanischen Modells ist sehr handlich und giebt guten Bodensatz. In die Centrifugenhülsen lege man an der Spitze etwas nicht entfettete Watte ein oder fülle dieselben mit Wasser (Dr. *Rücker*, Cöln), wodurch einem Zerbrechen der Gläser eher vorgebeugt wird.

Zur Entnahme des Sediments aus den Centrifugenröhrchen giesst man vorsichtig ab, wirbelt den Bodensatz vorsichtig in dem kleinen Flüssigkeitsrest auf und bringt hiervon auf den Objectträger mittels Platinösen oder (stets frisch ausgezogenen) feinen Capillaren oder durch Aufgiessen. Nach Fixiren Färben wie oben. Zwei Präparate genügen wohl. Ein Zusatz von Eiweiss etc. zum Bodensatz ist meist unnöthig, da der letztere genügend am Glase haftet.

Bei dieser Methode ist ein Verlust von Tuberkelbacillen durch Lauge, welche die Bacillen selbst, namentlich beim Erwärmen, löst, nach Möglichkeit vermieden. Die Lauge ist nach *Mühlhäuser* mit Ab-

sicht sehr schwach gewählt und wirkt infolge der von mir vorgeschlagenen nachfolgenden Neutralisation eben nur so lange, als gerade zur Verflüssigung des Sputums unumgänglich nothwendig ist.

In einer besonderen Untersuchungreihe, in welcher *Beitzke* (Hygien. Rdsch., XII, 1902, Nr. 1, pag. 10) bei *C. Fraenkel* die verschiedenen Sedimentirungsverfahren für Tuberkelbacillen nach *van Ketel, Mühlhäuser-Czaplewski, Spengler, Stroschein, Jochmann* neben einander prüfte, lieferte die Methode von *Mühlhäuser-Czaplewski* die günstigsten Ergebnisse. Fast ebenso günstige Ergebnisse lieferte auch das sogenannte „biologische Anreicherungsverfahren" nach *Jochmann*. Dasselbe wird nach *Jochmann*'s neuester Publication (ibidem Nr. 11, pag. 526) in folgender Weise ausgeführt:

5—10 Ccm. Auswurf werden in einem hohen sterilen Spitzglase mit eingeschliffenem Deckel oder in einem sterilen Cylinderglase mit der 4—5fachen Menge Heydenbouillon gemengt* und dann auf 24 Stunden bei 37° in den Brutschrank gebracht, worauf die Sputummassen grösstentheils aufgelöst und zu Boden gesunken sind. Die Hälfte der überstehenden Flüssigkeit wird sodann abgegossen, zum Rest 2 Ccm. Acid. carbol. liquef. gesetzt, kräftig geschüttelt, zu der entstehenden Emulsion ebensoviel Wasser, wie vorher Bouillon abgegossen wurde, hinzugesetzt, dann im Spitzglas sedimentirt und der Bodensatz untersucht.

Es soll dabei eine Anreicherung der Tuberkelbacillen stattfinden, doch geht dies aus der *Beitzke*'schen Tabelle nicht hervor und ist es auch nach den sonstigen Erfahrungen nicht wahrscheinlich, dass innerhalb 24 Stunden eine nennenswerthe Vermehrung der Tuberkelbacillen eintreten wird. Die scheinbare Vermehrung dürfte nur darauf zurückzuführen sein, dass im Sediment die Bacillen auf kleineren Raum concentrirt sind. Andererseits dauert das *Jochmann*'sche Verfahren viel länger als das oben von mir angegebene, welches bei Centrifugiren in einem Röhrchen innerhalb $^1/_2$—1 Stunde vollkommen erledigt sein kann.

Naturgemäss findet man bei den Sedimentirungsverfahren mehr Tuberkelbacillen als bei der directen Färbung des Ausstriches. Auch die übrigen Mikrobien des Sputums sind zum Theil wenigstens bei dem von mir angegebenen Verfahren noch recht gut nachweisbar und ihre Zahl grösser. In einer ganzen Zahl von Fällen liefert das Sedimentirungsverfahren noch positive Befunde, wo der directe Ausstrich selbst bei mehrfachen Untersuchungen vollkommen versagt.

Cultur. Die Cultur der Tuberkelbacillen ist schwierig und kommt daher in den seltensten Fällen für diagnostische Zwecke in Frage. Direct aus dem Sputum misslingt sie meistens aus zweierlei Gründen: 1. wegen der schneller wuchernden fremden Bakterien, 2. weil ein grosser Theil der vorhandenen Tuberkelbacillen auf unseren künstlichen Nährmedien nicht aufzugehen scheint** und weil die Tuberkelbacillen überhaupt schwierig zum Wachsen zu bringen sind. Für gewöhnlich muss man einen Umweg einschlagen, um zum Ziel zu kommen, indem man ein empfängliches Thier impft und von der dann entstehenden Impftuberculose, wenn dieselbe in Blüte ist, abimpft. Doch sind auch

* Die Heydenbouillon besteht aus 5 Grm. Nährstoff Heyden, 5 Grm. Kochsalz, 30 Grm. Glycerin, 1000 Grm. Aqu. dest., welche in einem Glaskolben mit Watteverschluss 2 Stunden bei 100° im Dampf gekocht, heiss filtrirt und dann noch an 2 Tagen je 20 Min., sterilisirt werden (ohne Alkalisierung!).

** *Kitasato* glaubte daher, dass die meisten der im Sputum oder Caverneninhalt vorhandenen Tuberkelbacillen abgestorben seien, was neuerdings von *Hesse* u. a. bestritten wird.

direct aus dem Sputum Reinzüchtungen von Tuberkelbacillen gelungen, zuerst *Kitasato*.

Kitasato ging in der Weise vor, dass er eine Flocke von dem sorgfältigst, wie oben beschrieben, gewaschenen Sputum unter Wasser in dem letzten Schälchen zerreisst und aus der Mitte ein Präparat anfertigt. Sind in derselben nur Tuberkelbacillen nachweisbar, so wird von der Flocke auf Glycerinagar oder Blutserum geimpft. Bei den Röhrchen wird der Pfropf oben kurz abgeschnitten, dann abgesengt und mit einer in Sublimatlösung frisch desinficirten, noch feuchten, gut schliessenden Gummikappe verschlossen. Nach 2 Wochen bei 37° erscheinen die ersten Colonien, welche abweichend von dem gewöhnlichen Bilde den Colonien der weissen Hefe ähneln sollen, als kreisrunde, rein weisse, feuchte, glänzende und glatte und undurchsichtige Flecke, während die aus Organen gewonnenen Colonien von Anfang an trocken, matt und gefaltet erscheinen. Diese Unterschiede verwischen sich allmählich und sind nach zwei Wochen kaum noch nachweisbar.

In anderer Weise ging *Pastor* vor. Er stellte sich eine dichte Emulsion von tuberkelbacillenreichem Sputum her, goss davon Gelatineplatten, liess dieselben auswachsen und impfte dann mit den zwischen den aufgegangenen fremden Bakteriencolonien anscheinend steril gebliebenen Gelatinepartikeln auf Glycerinagar und Blutserum.

In neuerer Zeit hat der von *Hesse* angegebene Agarnährboden mit Nährstoff Heyden viel von sich reden gemacht. Nachprüfungen verschiedener Untersucher haben ergeben, dass auf dem *Hesse*'schen Nährboden thatsächlich eine nicht unbeträchtliche und schnelle Vermehrung der Tuberkelbacillen bis zu einem gewissen Grade vor sich geht. Dieselbe ist jedoch nicht dem *Hesse*'schen Nährboden an sich zuzuschreiben, welcher sogar kein besonders günstiger Tuberkelbacillennährboden ist, sondern dem mitübertragenen Schleim, welcher auch auf anderen Nährböden ein ebenso schnelles Wachsthum ermöglicht.

Als besonders geeignet zur Züchtung der Tuberkelbacillen und der Secundärbakterien empfiehlt *Spengler*:

Nährstoff Heyden	5,0	1000,0 Aqu. dest.
Somatose	5,0	
Na Cl	5,0	
Glycerin	30,0	
Agar	15,0	
Krystallsoda 2—4 Grm.		

(Ztschr. f. Hyg., XLII, 1903, Heft 1, pag. 92.)

Wie *Carl Spengler* meint, entwickeln sich die Tuberkelbacillen wohl eine Zeit lang in den Culturen, sterben dann aber durch das Freiwerden und die Diffusion der Kernsäuren beim Kernzerfall ab (l. c. pag. 91).

Zur Züchtung empfiehlt er ein besonderes Verfahren (l. c.).

Circa 3 Ccm. eines gewaschenen Sputumballens werden in einer Petrischale auf Filtrirpapier circa 2—2½ Mm. dick ausgebreitet. Ueber die Unterschale wird ein Blatt Filtrirpapier ausgebreitet und mit der Oberschale fest angedrückt, nachdem 3—5 Tropfen Formalin auf dasselbe geträufelt wurden. Ueberragende Papiertheile werden abgeschnitten und die Schale dann bei 20—25°, d. h. auf dem Thermostaten gehalten. In 1—3 Stunden sind dann die fremdem Bakterien genügend abgetödtet und das Sputum selbst zum Theil durch das Formalin gebeizt. (Bei zu starker Beizung färben sich die Tuberkel-

bacillen bei nachheriger Färbung statt roth violett.) Von dem so behandelten Sputum wird dann auf Glycerinagar etc. abgeimpft, auch können damit vortheilhafter Weise Meerschweinchen geimpft werden. Da die fremden Bakterien getödtet werden, sollen die Culturen leicht Reinculturen von Tuberkelbacillen liefern.

Die Anreicherung der Tuberkelbacillen in den Culturen soll leichter erfolgen, wenn der Sputumballen vor der Formalinbehandlung mit Pankreatinpulver bestreut wurde.

Spengler rühmt sein Verfahren als höchst einfach und sicher. An Zuverlässigkeit concurrire seine Methode mit dem Thierexperiment und ermögliche das letztere mit Ausschluss der störenden Zufälle durch Secundärinfection. Bestätigungen bleiben abzuwarten.

Thierversuch.

Besser verwerthbar als das directe Culturverfahren ist bei Tuberculose das Thierexperiment.

Das classische Thier für diese Versuche ist seit *R. Koch* das Meerschweinchen geblieben. Kaninchen sind für menschliche Tuberculose ganz ungleichmässig empfänglich.

Die Meerschweinchenimpfung wird oft falsch angestellt und giebt daher nicht befriedigende Resultate, weshalb genauere Angaben darüber folgen sollen.

Zunächst nehme man junge, gesunde, nicht zu schwere Meerschweinchen, da die alten viel weniger empfänglich sind. Am besten sind Thiere von ca. 250 Grm. oder wenig drüber, also halberwachsene Exemplare.

Man kann die Meerschweinchen intraperitoneal oder subcutan impfen. Die intraperitoneale Impfung ist nun zwar empfindlicher, aber sie bedingt unter Umständen, d. h. bei verunreinigtem Material manchmal Verluste durch Peritonitis von an consecutiver Septikämie eingehenden Thieren. Viel gebräuchlich ist seit *R. Koch* die Impfung am Unterbauch in eine Hauttasche.

Sehr empfehlenswerth ist es nach *Delépine,* die Meerschweinchen subcutan in Kniehöhe am Unterschenkel zu impfen. Man kann das Material in die Hauttasche einbringen oder als Suspension einspritzen. Die Entwicklung der Tuberculose geht dann ganz etappenmässig vor sich, indem zunächst die regionären Lymphdrüsen ergriffen werden und anschwellen. Später kommt es dann zur Tuberculose der inneren Organe und inneren Lymphdrüsengruppen zunächst derselben, dann auch der anderen Körperseite.

Vielfach kann man schon nach 2—3 Wochen aus einer vereiterten Inguinaldrüse aus einer feinen Fistel Eiter ausdrücken und in diesem oder im Eiter des entstehenden Geschwürs oder in einer exstirpirten Lymphdrüse die Tuberkelbacillen nachweisen.

Das etappenförmige Vorschreiten dieser Impftuberculose schützt zudem vor Verwechslung mit einer unbeabsichtigten Fütterungs- oder Inhalationstuberculose. In jedem Falle müssen in den experimentell erzeugten tuberculösen Producten wirklich Tuberkelbacillen nachgewiesen werden, da es Erkrankungen an sogenannter Pseudotuberculose (verursacht durch den kurzen, nicht säurefesten B. pseudotuberculosis) giebt, welche Ungeübten zu Täuschungen Veranlassung geben können, im übrigen mehr weisse und halbkugelig erhabene, oft auch viel grössere Knötchen erzeugen.

Werden die mit Tuberculose inficirten Meerschweinchen auf der Höhe der Erkrankung getödtet, so gelingt die Reinzüchtung der Tuberkelbacillen aus den frischen Tuberkeln noch am leichtesten. Zur Reinzüchtung eignet sich am besten Blutserum. *Nocard* und *Roux* fanden, dass ein Glycerinzusatz zu Agar das Wachsthum ganz auffallend begünstigt. Neuerdings nimmt man nur 3% Glycerin. Meist zeigen sich aber die Blutserumculturen den Glycerinagarculturen zur Isolirung der Tuberkelbacillen überlegen. Die Culturen müssen in oben beschriebener Weise durch Gummikappen oder durch Dichten des Pfropfens mit geschmolzenem harten Paraffin vor Verdunstung geschützt werden. Die Colonien treten erst in 2—4 Wochen auf, meist als trockene, schüppchenartige Auflagerungen und müssen dann bald weiter übertragen werden. Auf diesen späteren Culturen entstehen dann trockene faltige Häute oft in der Mitte mit derben knolligen Excrescenzen. Das Condenswasser überzieht sich mit einer zarten trockenen Haut, welche sich oft flötenschnabelartig aus dem Condenswasser auf der Glaswand emporschiebt. Auf Agarculturen ohne Glycerin ist das Wachsthum sehr kümmerlich; bei Zimmertemperatur findet auf allen Nährböden meist überhaupt kein Wachsthum statt. Neuerdings hat man (*Jochmann* u. a.) gefunden, dass eine schwach saure Reaction des Nährbodens das Wachsthum der Tuberkelbacillen begünstigt. *Ficker* erzielte sehr üppige Culturen auf Gehirnnährböden.

Differentialdiagnose. Wir kommen nun zur Differentialdiagnose und haben dabei zwei Hauptgruppen zu betrachten: *a)* bei positivem Nachweis von den wie Tuberkelbacillen aussehenden und gefärbten Bacillen, *b)* wenn solche nicht nachweisbar sind.

Im ersteren Falle kommen zunächst in Betracht die

Leprabacillen. Dieselben sind zum Unterschied von Tuberkelbacillen meist zahlreich in Ausstrichpräparaten und fallen durch ihre besondere Lagerung auf. Sie bilden nämlich vielfach cigarrenbundähnliche garbige Häufchen oder grössere Bacillencomplexe (Globi) und liegen oft auch in solchen garbenähnlichen Bündeln im Innern von Zellen. Ausserdem färben sich die Leprabacillen zum Unterschied von Tuberkelbacillen schon ziemlich schnell und deutlich in wässerigen Farbstofflösungen, z. B. Gentianaviolett oder Fuchsin, worauf *Baumgarten* eine eigene differentialdiagnostische Methode gründete. Im Zweifelsfalle muss das Thierexperiment herangezogen werden, welches bei positivem Ausfall für Tuberculose entscheidet, da die Lepra auf Thiere nach zahlreichen Versuchen verschiedener Autoren überhaupt nicht übertragbar ist. (Einzelne positive Uebertragungen sind in ihrer Beweiskraft bestritten worden, ob mit Recht, lässt Verfasser ausdrücklich dahingestellt.) Es könnte aber auch ausnahmsweise Tuberculose mit Lepra gemischt vorkommen. Eine gelungene Züchtung von Leprabacillen ist bis jetzt nicht anerkannt worden, so dass auch mit Culturversuchen nichts anzufangen ist. Im übrigen pflegen aber noch sonstige lepröse Erscheinungen vorhanden zu sein, welche die Diagnose zu sichern gestatten.

Die Gruppe der anderen echten Tuberkelbacillen, welche von den einen als echte Arten, von den andern nur als Varietäten einer ein-

zigen Art des Bacillus tuberculosis angesehen wird, kommt bei Untersuchung des von Menschen stammenden Materials nicht in Betracht. Nach *Metschnikoff* wäre der Tuberkelbacillus als Sclerothrix Kochii zu bezeichnen. Nun giebt es aber wenigstens drei natürlich vorkommende, als Infectionserreger beobachtete Sclerothrixarten oder -varietäten, welche bei ihrem natürlichen Vorkommen sich in ihren culturellen Eigenschaften und in ihrer Pathogenität von den Bacillen der menschlichen Tuberculose, der Sclerothrix Kochii *Metschnikoff's* scharf unterscheiden lassen.

Es sind dies: 1. der Bacillus der Vogeltuberculose, Scl. avium, 2. der Bacillus der Perlsucht, Scl. bovis, und 3. der Bacillus der Fischtuberculose von *Dubard, Bataillon* und *Terre,* Scl. piscium.

Für die Differentialdiagnose kommen vor allem in Betracht die sogenannten „säurefesten Bacillen". Dieselben gehören zu der allernächsten Verwandtschaft der eben beschriebenen echten Tuberkelbacillen, mit denen sie das tinctorielle Verhalten bezw. Widerstand bei Entfärbung gegenüber Mineralsäuren und auch sogar Alkohol vollkommen oder in einem mehr oder weniger hohen Grade theilen. Wir kennen von solchen Bacillen eine ganze Anzahl; die meisten sind bei den Arbeiten über Untersuchung der Milch und Butter auf Tuberkelbacillen gefunden worden. Zuerst beschrieben wurden die sogenannten Syphilisbacillen von *Lustgarten,* dann die Smegmabacillen von *Alvarez* und *Tavel.* Es folgten dann viel später die in viel höherem Grade säurefesten Bacillen von *Petri, Rabinowitsch, Obermüller,* die Timotheebacillen, Mistbacillen, Grasbacillen von *Moëller*, die säurefesten Bacillen von *Korn* und anderen aus Butter und die säurefesten Bacillen aus Lungengangrän von *L. Rabinowitsch.*

Alle diese Bacillen vermögen keine eigentliche Tuberculose mit Bildung von verkäsenden Tuberkeln und Riesenzellen zu erzeugen. Sie sind mitunter und für gewisse Thiere (z. B. Mäuse, Meerschweinchen, Kaninchen) bis zu einem gewissen Grade pathogen, häufig aber erst dann, wenn sie mit Fett (geschmolzener Butter oder Paraffinum liquidum, als Milchcultur etc.) intraperitoneal verimpft werden. Sie erzeugen dann schwartige Peritonitis, mitunter wohl auch granulomartige Knötchen in anderen Organen.

Sie unterscheiden sich auch schon dadurch von den echten Tuberkelbacillen, dass sie auf gewöhnlichen Nährböden, und zwar selbst bei Zimmertemperatur ganz schnell (schon in wenigen Tagen) üppig wachsen. Die Culturen haben zum Theil einen unangenehmen Geruch, während die der Tuberkelbacillen obstätherartig riechen. Die Isolirung gelingt verhältnismässig leicht auf Glycerinagarplatten oder auf glycerinisirten Kartoffeln.

Durch die Untersuchungen von *Moëller, Marzinowski* und *Kamen* wissen wir, dass säurefeste Bacillen gar nicht so übermässig selten in den Krypten der Mandeln, in den Tonsillarpfröpfen bei Angina lacunaris, ferner im Nasensecret vorkommen. *Moëller* hat gezeigt, dass sie in der Natur auf Futtergräsern weit verbreitet sind.

Zum Glück weicht bei vielen Arten bereits das morphologische Verhalten von den Tuberkelbacillen weit genug ab; sie sind grösser, theilweise morphologisch verschieden, öfters auch stark verzweigt, so

dass sie bereits dadurch die Aufmerksamkeit des Kundigen auf sich lenken.

In dubio wird Thierexperiment und Cultur entscheiden müssen.

Durch die Beobachtungen von *A. Fraenkel* und *Pappenheim* ist dann aber auch das Vorkommen ähnlicher Bacillen, und zwar in reichlicheren Mengen im Auswurf nachgewiesen worden. Diese Befunde wurden von *L. Rabinowitsch* bestätigt und die betreffenden säurefesten Bacillen auch reingezüchtet.*

Es sind mehrere Fälle von Fehldiagnose auf diese Art zurückzuführen. Diese Fehldiagnosen sind zum Theil verschuldet durch den Gebrauch des *Gabbett*'schen Tuberkelbacillenfärbungsverfahrens (ohne Alkohol), wobei diese Stäbchen gefärbt bleiben, während sie bei einer energischen Entfärbung mit Säure und Alkohol nach einer zuverlässigen Tuberkelbacillenfärbungsmethode nicht standhalten. Auch diese Stäbchen pflegen schon bei mikroskopischer Untersuchung durch Grösse und andere abweichende Lagerung im Vergleich zu den Tuberkelbacillen dem Geübten aufzufallen. Thierexperiment und Culturversuch müssen die Entscheidung bringen. Glücklicherweise handelt es sich um seltene Fälle und wird, wie *A. Fraenkel* wohl mit Recht ausführt, die mikroskopische Diagnose der Tuberkelbacillen dadurch im allgemeinen gar nicht berührt. Sie kommen aber sofort in Frage bei Lungengangrän und putrider Bronchitis, Bronchiektasie. Daher hier besondere Vorsicht!

Bei negativem Befunde ist zunächst zu erwägen, dass Tuberkelbacillen nicht in jedem Sputum trotz bestehender Tuberkulose gefunden zu werden brauchen. Sie müssen fehlen, wo Ulcerationsprocesse fehlen, durch welche die freigewordenen Tuberkelbacillen nach aussen befördert werden können. In allen Fällen also, wo klinische Diagnose und bakteriologischer Befund im Widerspruch zueinander stehen, ist wiederholte Untersuchung oft zu wiederholtenmalen geboten.

Im übrigen kommen eine ganze Zahl von Erkrankungen in Betracht, welche eine Lungentuberculose vortäuschen können.

Unter diesen nenne ich in erster Linie die chronische Influenza, auf welche zuerst *Rich. Pfeiffer* hingewiesen hat.

Man muss daran denken, sobald man bei der Untersuchung eines Sputums mit der gewöhnlichen Tuberkelbacillenfärbung weder Tuberkelbacillen noch sonst überhaupt einen Mikroorganismus findet, während das münzenförmige eitrige Sputum durchaus für Tuberculose zu sprechen scheint. Ein mit verdünntem Carbolglycerinfuchsin 10 Minuten oder mit unverdünnter *Ziehl*'scher Lösung ganz kurz gefärbtes Ausstrichpräparat enthüllt dem Untersucher oft überraschende Mengen von Influenzabazillen, frei oder in Zellen. Jedes Jahr erhalten wir eine ganze Zahl solcher Sputa zur Untersuchung auf Tuberculose zugesandt. Mitunter wird das eitrige Secret bei chronischer Influenza nur selten und stossweise entleert *(Brieger)*.

Mit der chronischen Influenza kann übrigens Tuberculose verbunden sein.

---

* Wenn man alle im Smegma bei der Tuberkelbacillenfärbung rothgefärbt bleibenden Stäbchen als Smegmabacillen bezeichnet, giebt es mehrere Arten.

Weiters zu denken wäre an Actinomykose, Streptotrichose* (*Rullmann, Petruschky*), Aspergillose, Mucorinose, Hefeinfectionen, Rotz und maligne Tumoren (wie Sarkom oder Carcinom der Lungen).

Mit einer Zahl dieser Krankheiten kann die Tuberculose auch zusammen auftreten.

Mischinfection.

Schon *R. Koch* (Mitth. a. d. Kais. Ges.-A., II. pag. 33) wies auf Combinationen des Tuberkelbacillus bei der Phthise mit anderen Bakterien hin und empfahl, ihnen besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Es folgten einige Arbeiten, in denen das Vorkommen solcher Bakterien registrirt wurde. Man war aber so fest von dem Dogma erfüllt, dass nur der Tuberkelbacillus alleinige Ursache der Tuberculose sei, dass man dieselben als ziemlich nebensächliche Begleitbakterien ansah und daher bei der Sputumuntersuchung auch einzig und allein auf den Tuberkelbacillus Rücksicht nahm. Hier hat sich ein vollständiger Umschwung der Anschauungen vollzogen. Während man in Deutschland nach dem Vorgange von *R. Koch* der Ansicht huldigte, dass diese fremden Bakterien, welche bei der Tuberculose gefunden wurden, ein mehr saprophytisches Dasein führten und erst auf dem Boden der Tuberculose zu einer weiteren Ausbreitung fähig würden, trat *V. Babes* (Sur les associations bactériennes de la Tuberculose, Congrès pour l'étude de la Tuberculose, 25—31 Juillet 1888, 1e Session) viel entschiedener für ihre einschneidende Bedeutung auf, und zwar auf Grund von 93 bakteriologisch genauer durchforschten Kinderautopsien.

Ich selbst trat auf Grund meiner Sputumuntersuchungen und sonstiger Experimentaluntersuchungen mit Tuberkelbacillen schon früh für die Bedeutung der Mischinfection bei der Tuberculose ein (Mitth. a. Dr. *Brehmer's* Heilanstalt für Lungenkranke in Görbersdorf, N. F. 1890, pag. 160—163 und Centralbl. f. Bakt., VIII, 1890, pag. 685 u. 717).

In meiner Monographie „Die Untersuchung des Auswurfs auf Tuberkelbacillen" (Jena, Gust. Fischer, 1891) bin ich dann noch weiter gegangen und erklärte (l. c. pag. 58):

„Während man anfangs diese fremden Bakterien für mehr nebensächliche Beimengungen ansah, hat man neuerdings ihnen mehr und mehr Beachtung zu schenken begonnen. Ich glaube nicht fehlzugehen, wenn ich annehme, dass s i e es sind, welche hauptsächlich durch ihre intercurrente Mitbetheiligung das so vielgestaltige Bild der Lungentuberculose erzeugen helfen, und dass sie überhaupt von der grössten Bedeutung für den Verlauf und die Prognose der Phthise sind."

Durch die Arbeiten einer grossen Zahl von Autoren, unter denen ich *Kitasato, Cornet, Petruschky, Ortner, Spengler, Schütz, Sata, Ehrhardt, Kerschensteiner* nenne, haben diese von mir 1891 formulirten Sätze ihre vollinhaltliche Bestätigung erfahren. Es sind von den verschiedenen Forschern einzelne bestimmte Formen der Mischinfectionen bei Tuberculose namentlich mit Streptokokken, Pneumo-

---

* Es giebt einige Streptothrixarten, welche mehr oder weniger die Tuberkelbacillenfärbung annehmen (Streptothrix asteroïdes Eppinger und Streptothrix farcinica Nocard).

kokken, Influenzabacillen näher studirt worden. Es hat sich gezeigt, dass die als Krankheitserreger bekannten Arten auch während des Verlaufs einer Tuberculose Infectionen erzeugen, welche theils typisch, theils durch die vom Tuberkelbacillus hervorgerufenen pathologisch-anatomischen Producte modificirt ablaufen, dass sie aber fast ausnahmslos schädigend für den Organismus auftreten.

Ein moderner Phthiseotherapeut kann heutzutage der Untersuchung auf Mischinfection nicht mehr entrathen.

Carl Spengler unterscheidet Mischinfection und Begleitinfection. Bei der Begleitinfection (der chronischen Bronchitis der Phthisiker) sind in mehreren gewaschenen Sputumballen im Kern nur Tuberkelbacillen nachweisbar Bei der Mischinfection sind aber auch im gewaschenen Sputumkern Tuberkelbacillen und „Secundärbakterien" untrennbar. („Zur Diagnose geschlossener Lungentuberculose, der Secundärinfection, tuberculöser und syphilitischer Phthise." Davos, E. Richter, 1900, pag. 8).

Zu ihrem Studium sind von dem gewaschenen Sputum neben Ausstrichpräparaten Culturen auf Blutserum, Glycerinagar und namentlich Blutagar (wegen Influenzabacillen), eventuell auch anaërobe Platten anzulegen. Die gefundenen Colonien sind weiter zu studiren.

Von den gefundenen Arten will ich nennen: Streptokokken, Pneumokokken, Influenzabacillen, Pneumobacillen, B. coli, Proteus, B. pyocyaneus, Microc. catarrhalis, Diploc. seminularis Klebs, B. fusiformis, B. lactis aërogenes, B. pyogenes foetidus, Microc. tetragenus u. a. mehr.

Nachweis von Influenzabacillen.

Die Influenzababillen sind von *Rich. Pfeiffer* als Erreger der Influenza nachgewiesen worden. Sie sind die kleinsten aller für den Menschen pathogenen Bakterien. Sie finden sich ausnahmslos in Fällen von typischer Influenza, ausserdem nur noch in mit solchen irgendwie in Berührung gekommenen Fällen, bei welchen sie aber vorhanden sein können, ohne die typischen Erscheinungen im vollen Umfang hervorzurufen.

Wegen des verderblichen Einflusses, den die Influenza auf den Verlauf einer ganzen Zahl anderer Erkrankungen hervorzurufen vermag (besonders Tuberculose, Herzkrankheiten etc.), ist ihr Nachweis und die dadurch bedingte Isolirungsmöglichkeit des für seine Umgebung gefährlichen Patienten erwünscht und geboten.

Zum Nachweis der Influenzabacillen genügt während einer bestehenden Epidemie und bei typischen Fällen schon das Ausstrichpräparat für einen geübten Untersucher.

Ausstrichpräparate werden am besten in einer sehr verdünnten *Ziehl*'schen Lösung 1:10 bis 1:20 wohl 10 Minuten oder länger gefärbt. Dadurch bleibt der Grund blass, während die Influenzabacillen schärfer hervortreten (Fig. 108).

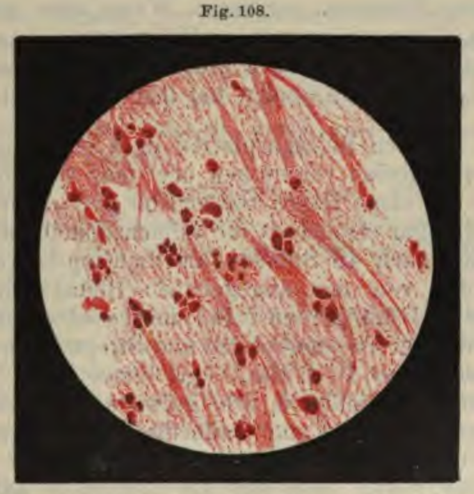
In typischen Fällen sieht man dann das Präparat wimmeln von einer Unzahl kleinster ovoider Bakterien (Grösse meist nur 0·2—0·5 μ, *Kamen*), welche zum Theil dicht gedrängt in Leukocyten liegen. Mitunter sieht man an einer grösseren Zahl dieser Bakterien deutliche Polfärbung. Seltener kommen längere Formen vor. Dabei pflegen die Influenzabacillen häufig fast in Reincultur vorhanden zu sein.

Ebenso schöne, wenn nicht sogar schärfere Färbung erhält man auch, wenn man das Präparat ganz kurz mit unverdünnter *Ziehl*'scher Lösung oder Carbolglycerinfuchsin färbt. Die Influenzabacillen werden nach *Gram* und *Gram-Weigert* entfärbt, daher erscheinen sie auch gut sichtbar in nach *Gram-Weigert*-Carbolglycerinfuchsin gefärbten Präparaten als roth gefärbte ovoide Bakterien bis kleine Stäbchen.

Letztere Methode ist besonders geeignet, um bakterielle Mischinfectionen mit Pneumokokken, Streptokokken, Staphylokokken, welch letztere dabei sämmtlich mehr oder weniger blauschwarz erscheinen, deutlich hervortreten zu lassen. Diese Mischinfectionen finden sich besonders in atypischen Fällen.

Ausserdem giebt es eine Form von sehr langsam und fast ohne Erscheinungen verlaufender chronischer Influenza, bei welcher nur von Zeit zu Zeit etwas eitriges Sputum entleert wird, welches aber von

Fig. 108.



Ausstrichpräparat von Influenzabacillen im Lungensputum. Fuchsinfärbung. (Nach einem Präparat von Prof. *Kolle*, gezeichnet von *Landsberg*, Berlin.)

Influenzabacillen zu wimmeln pflegt *(Briegers)*. Diese Form findet sich besonders bei chronischer Tuberculose und ist vor allem geeignet, die Influenza weiter zu conserviren und bei Gelegenheit zu einer neuen Epidemie aufflackern zu lassen.

Zur absoluten Sicherstellung der Diagnose gehört neben dem Ausstrich namentlich für erste und für atypische Fälle das Culturverfahren. Dasselbe gelingt mit Sicherheit nur auf Blutagar, wie wir seit den Untersuchungen *Rich. Pfeiffer's* wissen. Es muss hier jedoch betont werden, dass auch gar nicht selten auf anderen Nährböden, z. B. auf Agar, Glycerinagar, Blutserum die Influenzabacillen bei Aussaat direct aus dem Sputum aufgehen, namentlich wenn dieses nicht vorher gewaschen wurde. Das Wachsthum ist in diesem Falle durch im Sputum selbst mitübertragenes Blut zustande gekommen, bleibt aber bei weiterer Uebertragung auf die gleichen Nährböden aus. Nur ausnahmsweise kann

man auch ohne Blutzusatz auf anderen Nährböden als Blutagar ein kümmerliches Wachsthum der Influenzabacillen erzielen.

Das Blutagar wurde für gewöhlich in schrägen Agarröhrchen durch Bestreichen der Oberfläche mit Blut dargestellt. Seit *Rich. Pfeiffer* wird statt Menschenblut meist Taubenblut dazu verwendet. Man kann auch in folgender Weise verfahren.

Einer Taube werden die mittels Wattebausch mit Alkohol stark befeuchteten Federn an der Brust kurz abgeschnitten, dann die Brust tüchtig mit Alkohol abgerieben. Dann wird die so gereinigte Brust mit steriler Platiniridiumlancette angestochen und das hervorquellende Blut sehr schnell mit einem sterilen Sauger einer Tropfflasche mit Gummihütchen* abgesogen und in einem *Erlenmeyer*'schen Kölbchen mit verflüssigtem und auf ca. 50—60° abgekühltem Agar gemengt; durch Zusatz von mehr Agar kann die gewünschte Verdünnung hergestellt werden. Gerinnsel werden mit Platinnadel herausgefischt und von dem Gemisch sofort eine grössere Zahl Platten (in sterilen Petrischalen von nur 7 Cm. Durchmesser) oder Röhrchen gegossen. Wenn man sauber und steril arbeitet, gehören Verunreinigungen auffallenderweise zu den grössten Seltenheiten. Vor Gebrauch werden die Blutagarplatten umgekehrt und geöffnet kurze Zeit im Paraffinofen bei 50° getrocknet.

Aussaat. Auf den Blutagarplatten wird eine gewaschene Flocke des Sputums mit Platinöse verstrichen oder man verreibt erst die Flocke mit Bouillon etc. zu einer feinen Suspension und impft hiervon.

Auf dem Blutagar erscheinen die Influenzabacillencolonien nach 24, spätestens deutlich nach 48 Stunden als thautropfenartige wasserklare Colonien. Auf den von mir angegebenen Blutagarplatten pflegt das Wachsthum aber viel üppiger zu sein, insbesonders auch viel üppiger und saftiger als das der Pneumokokken und Streptokokken; die Colonien sind daher grösser (bis 1—2 Mm.) und nicht mehr wasserklar und homogen, sondern leicht gelblich. Die grössten Colonien zeigen mitunter auch eine fleckige Zeichnung und wallartig aufgeworfene Ränder, wenn sie älter werden (wie Gonokokkencolonien).

Die Colonien treten entweder als Reincultur auf oder gemischt mit anderen fremden Colonien, namentlich Pneumokokken, Streptokokken, Staphylokokken und anderen Sputummikrobien.

Zur Uebersicht sind Klatschpräparate sehr geeignet, namentlich bei Färbung mit *Gram-Weigert*-Carbolglycerinfuchsin, wobei die Influenzabacillen roth, Pneumokokken, Streptokokken, Staphylokokken aber fast durchweg bis auf alte Individuen schwarz erscheinen.

Zur Isolirung junger Influenzabacillencolonien ist häufig Fischen unter dem Mikroskop nothwendig, was natürlich bei den Blutagarplatten unschwer ausführbar ist. Gut ist in vielen Fällen auch Strichimpfung mit feinster Platinnadel auf der gleichen Blutagarplatte.

Zur Identificirung wird auf Blutagar- und gewöhnlichen Agar abgeimpft, wobei nur auf ersterem Wachsthum erfolgen darf. Sehr zweckmässig ist hierbei nach dem Vorgange eines früheren Assistenten von

---

* Diese Sauger werden durch Ausspritzen mit 10%iger Essigsäure, Kalilauge und Alkohol von Gerinnseln gereinigt und in *Erlenmeyer*'schen Kölbchen mit der Essigsäure vollgesaugt stehend aufbewahrt.

mir, Dr. *Hopmann*, mit derselben inficirten Nadel zuerst ein schräges Agarröhrchen, dann ein schräges Blutagarröhrchen zu beimpfen, ohne die Nadel vorher abzuglühen oder neu zu inficiren.

Die einmal auf Blutagar gewonnenen Reinculturen sind auf diesem Nährboden unschwer fortzuzüchten, müssen aber oft, magere Culturen schon in zwei Tagen, weiter umgestochen werden. Auf trockenen Nährböden wird das Wachsthum schlecht. In Blutagarstichculturen kann das Wachsthum noch bei Ueberimpfung nach 8 Tagen eintreten.

Differentialdiagnose. Für die Differentialdiagnose kommen in Betracht vor allem die Pneumokokken. Ihre Colonien sind auf Blutagar meist kleiner, auch mehr grau-gelblich, schmutzig im Ton, stärker granulirt, dabei flacher und weniger gewölbt, weniger spiegelnd als die Colonien der Influenzabacillen, mit denen sie oft ganz vermischt liegen. Bei der mikroskopischen Untersuchung der Colonien sind die Influenzabacillen meist viel zarter und dabei schlanker als die für gewöhnlich dickeren und mehr bauchig gewölbten Pneumokokken, welche übrigens bei Fuchsinfärbung das deutliche Bild einer Polfärbung vortäuschen können. Die Influenzabacillen werden bei Färbung nach *Gram-Weigert* meist vollkommen entfärbt und bei Fuchsinnachfärbung mit Fuchsin gefärbt, während die Pneumokokken, wenigstens die jungen, dabei ausnahmslos blauschwarz bleiben.

Morphologisch und tinctoriell kann auch der B. pyocyaneus gelegentlich zu einer Verwechslung führen. Er bildet aber auf Glycerinagar grünen Farbstoff und fällt bereits durch den aromatischen Geruch der Culturen nach Lindenblüten auf.

Rich. Pfeiffer hat in seiner Publication gewisse Bacillen als Pseudoinfluenzabacillen beschrieben, welche sich in den Culturen von den echten kurzen Influenzabacillen nur durch ihre längeren und dickeren fadenförmigen Formen unterschieden, während sie ebenso wie die Influenzabacillen nur auf Blutagar wuchsen. Nachdem ich bei fortgesetzten Untersuchungen namentlich von einzelnen Influenzabacillenculturen aus typischen Influenzafällen abwechselnd das Vorherrschen kurzer, bald aber auch langer Formen bei ein und demselben Stamme, ferner grössere morphologische Differenzen bei verschiedenen Influenzastämmen beobachtet habe, sehe ich mich genöthigt, mich dem Urtheil derjenigen anzuschliessen, welche die sogenannten Pseudoinfluenzabacillen nicht als eigene Art, sondern nur als Varietäten gelten lassen wollen.*

Der Influenzabacillus ist namentlich wichtig als Mischinfection bei Tuberculose. Das eitrige Sputum der chronischen Influenza wird, wie erwähnt, von praktischen Aerzten vielfach ohne weiteres als tuberculöses angesprochen, während Tuberkelbacillen darin vollkommen fehlen können.

Die genaue Kenntnis des Influenzabacillus ist namentlich für jeden modernen Phthiseotherapeuten eine unabweisbare Nothwendigkeit, da man Patienten, welche Influenzabacillen beherbergen, jedenfalls nicht neben Tuberculöse legen darf.

---

* Die von *Jochmann* und *Krause* bei Keuchhusten beschriebenen, nur auf Blutagar wachsenden Bakterien sind wohl auch nichts anderes als echte Influenzabacillen.

Nachweis der Streptokokken im Auswurf.

Streptokokken sind ein häufiger Befund im Auswurf. Als Mischinfection bei Tuberculose sind sie gar nicht selten und bedingen das hektische Fieber („Streptokokkencurve“ von *R. Koch*). Ausserdem giebt es aber eine durch Streptokokken verursachte ungemein bösartige und höchst contagiöse „Streptokokkenpneumonie“ *(Finkler, Leichtenstern)*.

Der Nachweis der Streptokokken im Sputum ist meist sehr leicht und schon durch das Ausstrichpräparat zu führen.

Zur Färbung des Ausstrichs genügen schon alle einfachen basischen Anilinfarbstoffe. Sehr deutliche Bilder liefert aber die Färbung nach *Gram-Weigert*-Carbolglycerinfuchsin. Gewisse fibrinreiche, namentlich aber stark hämorrhagische Sputa lassen sich damit sehr schwer entfärben. Dann wird vorherige Behandlung mit 1%iger Essigsäure nach *Günther* und ev. Verdünnung des Sputums beim Ausstreichen mit Wassertropfen nothwendig. Sehr schöne klare Bilder liefert dann auch die Färbung nach *Gram-Weigert* und besonders die Färbung nach *Claudius*.

Die Streptokokken erscheinen im Sputum mikroskopisch als kurze oder lange Ketten von vier bis zu einigen hundert Gliedern, von denen je zwei zusammengehören. Die Glieder selbst sind kugelig, nur bei der Theilung etwas in die Länge gezogen (ca. 0·8—1 μ Durchmesser). Die Theilung findet in der Längsrichtung statt, also Theilungslinie quer zur Längsachse der Kette. (In Culturen findet man aber, namentlich bei einigen Stämmen, nicht selten eine Theilung in der Querrichtung, so dass die Theilungslinie in der Längsachse der Kette verläuft.) Mitunter finden sich (wie das für Streptokokken im Thierkörper häufig zutrifft) gar keine Ketten oder nur ausnahmsweise Andeutungen (3—4 Glieder) von solchen. Geübte Beobachter werden aber schon durch das ihnen wohlbekannte Aussehen der vorhandenen Diplokokken mit ihrem eigenthümlichen Korn aufmerksam. Der Culturversuch liefert die Entscheidung.

Zur Cultur eignen sich alle bei 37° benutzbaren gebräuchlichen festen Nährböden, besonders aber die Serumplatten und auch Glycerinagarplatten.

Die Streptokokkencolonien sind klein (bis 1 Mm. gross), zart und entweder gleichmässig rund oder ihr Rand ist in feine zierliche Schlingenbildungen, aus zarten Kettchen bestehend, aufgelöst.

Zur Orientierung dienen nach *Gram-Weigert* gefärbte Klatschpräparate. Auch hier finden sich statt der erwarteten Kettchen wie im Thierkörper mitunter nur Diplokokkenformen. Zur Identificirung sind weiter anzulegen Stichcultur in Gelatine und Bouillonculturen.

Im Gelatinestich bildet sich (deutlich erst in 2—4 Tagen bei 23°) ein zarter schleierartiger bis leicht perlknotenartiger, weisslicher Stich ohne Verflüssigung. Eine oberflächliche Auflagerung fehlt oder ist auf einen zarten transparenten Hof mit leicht gezähntem Rande beschränkt.

Bei den Bouillonculturen sind zwei Typen zu unterscheiden. Die eine (Streptococcus brevis v. Lingelsheim) trübt die Bouillon und bildet kurze Ketten; die andere (Streptococcus longus v. Lingelsheim) trübt die Bouillon nicht, sondern bildet einen pulverigen bis schleimigen bis schüppchenartigen Bodensatz, welcher aus mehr oder weniger langen

prachtvollen Ketten besteht. Besonders üppig wird das Wachsthum in Bouillon bei 37°, wenn man die Röhrchen schräg legt. Dabei giebt es namentlich einen reichlichen Bodensatz. Ueberhaupt tritt die Kettenbildung der Streptokokken vorzüglich in flüssigen Nährböden auf.

Man kann diese Eigenschaft zum Nachweis der Streptokokken benutzen, indem man am besten in schrägen Bouillonröhrchen unreine Vorculturen mit verdächtigem Material bei 37° anlegt und den Bodensatz am nächsten Tage mikroskopirt und davon Culturen anlegt.

Im allgemeinen werden jetzt die menschenpathogenen Streptokokken, namentlich der sogenannte Streptococcus erysipelatosus und der Streptococcus pyogenes, als eine einzige Art mit gewissen Varietäten angesprochen. Ich habe dieser Lehre niemals beipflichten können und stehe noch immer auf dem Standpunkt, die verschiedenen beobachteten Formen noch nicht zusammenzuwerfen, sondern vorläufig getrennt zu halten.

Für die Differentialdiagnose kommen mitunter in Betracht, namentlich im Ausstrich, Staphylokokken und andere nach *Gram* färbbare Kokken. Sie unterscheiden sich meist schon durch mehr oder weniger traubenförmige oder sonst abweichende Lagerung. Entscheidung bringt der Culturversuch. Die Staphylokokken bilden auf Serum- oder Agarplatten deutlich grössere und flachgewölbte, feucht glänzende Colonien, z. Th. mit Bildung goldgelben Pigmentes. Bei schwacher Vergrösserung auf Agarnährböden sind die Staphylokokkencolonien viel grösser, braungelb und stärker granulirt. Zudem wird Gelatine von den Staphylokokken verflüssigt. Die Individuen der Staphylokokken liegen mehr in traubenförmigen Häufchen zusammen und die Culturen riechen nach Sauerteig.

Schwieriger ist mitunter die Unterscheidung der Streptokokken von Pneumokokken, welche auch, namentlich im Condenswasser und flüssigen Nährmedien, Kettchen bilden und ähnlich zarte, oft noch zartere Colonien bilden. Die Pneumokokken haben aber meist nicht kugelige, sondern ovale bis kerzenflammige Glieder; man kann an ihnen unter bestimmten Bedingungen (am besten im Thierversuche) eine Kapsel nachweisen, auch pflegen sie in Gelatinestichculturen unter 22° überhaupt nicht zu wachsen.

Die Culturen der Streptokokken sind kurzlebig. Am besten halten sie sich im Eisschrank in Gelatinestichculturen lebensfähig und virulent *(Petruschky)*.

Der Thierversuch kommt für die Diagnose meist gar nicht mehr in Frage, sondern nur um die Virulenz isolirter gefundener Culturen zu prüfen. Kaninchen und weisse Mäuse sind am empfindlichsten, Meerschweinchen wenig empfänglich. Je nach der Virulenz und der Dosis erzeugt cutane oder subcutane Impfung am Ohr des Kaninchens eine Sepsis mit Streptokokken im Blut; oder ein mehr oder weniger ausgedehntes Erysipel (mitunter mit Gelenkeiterungen) Tod in 15 bis 30 Tagen oder mit Ausgang in Heilung; oder nur eine flüchtige Röthung oder einen localen Abscess. Im afficirten Ohr lassen sich die Streptokokken auf Schnitten nachweisen.

Für intravenöse und intraperitoneale Impfung von Streptokokken sind die Kaninchen noch viel empfänglicher und gehen meist in 24—48—72 Stunden an Allgemeininfection mit massenhaften Streptokokken im Blute ein. Durch intraperitoneale Impfung lässt sich nach

mehreren Passagen die Virulenz bis ins Fabelhafte steigern (1 Milliontel bis 1 Milliardestel Ccm., *Marmorek*).

Mäuse pflegen bei virulenten Streptokokken nach subcutaner Impfung in 24—72 Stunden an Sepsis einzugehen. Bei weniger virulenten Stämmen bleiben sie länger am Leben und zeigen verschiedenartige Eiterungsprocesse.

Nachweis der Staphylokokken.

Die Staphylokokken pflegen im Sputum nicht so häufig wie Streptokokken zu sein. Färbung am besten nach *Gram-Weigert*-Carbolglycerinfuchsin, wobei die Staphylokokken als meist blauschwarz gefärbte Mono- oder Diplokokken (ca. 0·8 μ Durchmesser), welche häufiger traubige Anordnung zeigen, erscheinen.

Zur Cultur genügen bei der ausserordentlichen Anspruchslosigkeit der Staphylokokken fast alle Nährböden. Gelatineplatten, auf welchen die Staphylokokken uhrglasartig verflüssigende Colonien mit centraler Colonie bilden, sind wegen des langsamen Wachsthums nicht zu empfehlen.

Auf Serumplatten und Agar- oder Glycerinagarplatten bilden die Staphylokokken 1—3 Mm. grosse, flach gewölbte, runde Colonien von goldgelber (St. aureus) und weisser (St. albus), selten citronengelber (St. citreus) Farbe. Das goldgelbe und citronengelbe Pigment wird besonders deutlich, wenn die Culturen noch einige Zeit bei Zimmertemperatur in diffusem Tageslicht stehen.

Zur Identificirung ist Gelatinestichcultur zu empfehlen. Es entsteht meist in 2—4 Tagen eine schlauchförmig verflüssigende Cultur mit (bei St. aureus goldgelbem) Bodensatz und seltener einem (bei Aureus goldgelbem) Deckenhäutchen. Zur Unterscheidung von Staphylococcus quadrigeminus der Kälberlymphe ist Verimpfung auf *Löffler*'sches Serum nothwendig. Dasselbe bleibt bei Staphylococcus aureus und albus fest, während es von der gelben und weissen Varietät des St. quadrigeminus bei 37° rapide erweicht aufgehellt und schliesslich gelöst wird.

Thierversuch ist nur zur Virulenzprüfung erforderlich. Man impft am besten Kaninchen intravenös, welche danach meist an Pyämie mit Abscessen in den verschiedensten Organen (besonders den Nieren) eingehen. Auf subcutane Impfung reagirt das Kaninchen mit Abscessen, welche häufig durchbrechen und ausheilen, ohne dass das Thier eingeht. Meerschweinchen sind weniger empfänglich.

Zur Differenzirung der pathogenen Staphylokokkenarten von den nicht pathogenen kann man nach *Neisser* und *Wechsberg* („Ueber das Staphylokokkentoxin", Zeitschr. f. Hyg., Bd. 36, 1901, pag. 299 u. ff.) die Prüfung auf Hämolysin und Leukocidin *(van de Velde)* ausführen. Ein weiteres zuverlässiges Kriterium verdanken wir *W. Kolle* und *R. Otto* („Die Differenzirung der Staphylokokken mittels der Agglutination", Zeitschr. f. Hyg., Bd. 41, 1902, pag. 368 u. ff.). Die Agglutinationswerthe betrugen für die geprüften Staphylokokkensera über 1 : 100 bis zu 1 : 500.

Nachweis der Pneumokokken.

Die Pneumokokken, welche von *A. Fraenkel* entdeckt wurden, sind einer der allerhäufigsten Befunde im Sputum. Sie sind die Erreger der typischen Lobärpneumonie, finden sich aber auch bei lobulärer Pneumonie, können als Mischinfection bei jeder anderen Lungenerkrankung auftreten und finden sich schliesslich normalerweise im

Speichel mancher Personen und zwar sowohl im avirulenten als auch in wenig, aber auch im hoch virulenten Zustande.

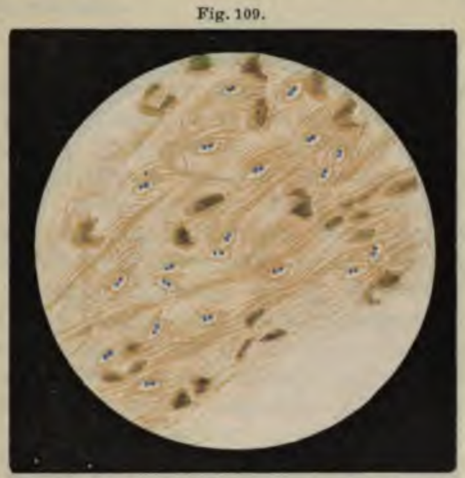
Ihr Nachweis ist leicht und lassen sie sich vielfach schon aus dem mikroskopischen Präparat allein mit Sicherheit diagnosticiren.

Ausstrichpräparate werden am besten mit *Gram-Weigert*-Carbolglycerinfuchsin gefärbt (Fig. 109).

Es zeigen sich dann die Pneumokokken als ovale oder lancettförmig zugespitzte, schwarzgefärbte Doppelkokken einzeln, mitunter in Haufen, seltener in kurzen Kettchen. Vielfach sieht man sie dabei durch einen hellen Hof von der roth oder rothviolett gefärbten Grundsubstanz deutlich abgehoben (Fig 110).

Färbt man mit intensiven Farbstofflösungen, wie 2%iges wässeriges Gentiana, Carbolgentiana oder *Ziehl*'scher Lösung, so sieht man häufig den sonst hellen Hof als deutlich, wenn auch schwächer gefärbte Kapsel um die Diplokokken oder als Schlauch um längere Verbände.

Fig. 109.



Ausstrichpräparat aus pneumonischem Sputum, gefärbt nach *Gram*.

Bei Pneumonie sind sie im Sputum besonders reichlich und meist in Reinculturen oder fast in Reincultur. Die Sputa bedürfen dabei wegen hohen Fibrinreichthums oder Blutgehaltes oft der vorherigen Behandlung mit 1%iger Essigsäure nach *Günther* oder der vorherigen Verdünnung mit Wassertropfen beim Ausstrich. Nicht selten sieht man auch Pneumokokken in Zellen.

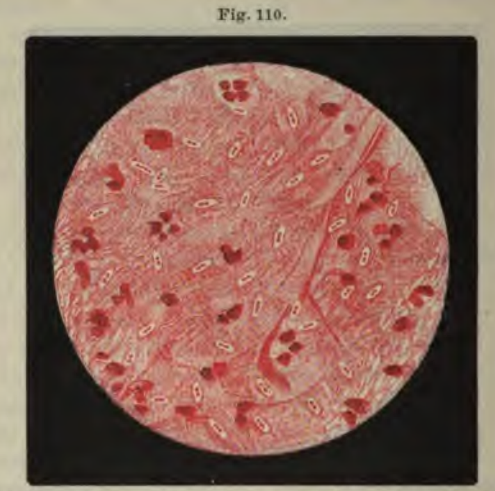
Die Cultur ist auf Serumplatte oder Glycerinagar, Blutagar oder gewöhnlichem Agar leicht. Die Pneumokokken beanspruchen deutlich schwach alkalische Nährböden, da sie sonst oft nicht wachsen *(A. Fraenkel)*. Bei Zimmertemperatur kein Wachsthum. Aus älteren Processen bleibt das Wachsthum mitunter aus. Da hilft eventuell Vorcultur in Bouillon. Auf den Culturen bilden die Pneumokokken zarte, thautropfenähnliche Colonien, mitunter mässig üppige. schleimige Auflagerungen. Klatschpräparate zeigen die ovalen bis kerzenflammigen Diplokokken meist nicht dicht gedrängt, sondern auseinanderliegend (weil durch eine Schleimsubstanz getrennt). In der That gelingt es, die schleimartige Kapsel auch in Culturen sichtbar zu machen, wenn man

nach *Boni* von der Cultur eine Spur in einem Tröpfchen Glycerinformalineiweiss verreibt, auf dem Objectträger über der Flamme stark trocknet, bis weisse Dämpfe aufsteigen und dann mit *Ziehl*'scher Lösung 1 Min. lang unter Erwärmen färbt. Kokken und Grund sind roth, die Kapseln sehr deutlich, aber farblos, als breite Höfe um die Kokken sichtbar.

Von den Plattenculturen gelingt es meist unschwer durch Strichimpfung auf derselben Platte oder eventuell durch Fischen unter dem Mikroskop bei schwacher Vergrösserung mit dem Platinhäkchen Reinculturen zu isoliren. In flüssigen Nährmedien bilden sich kurze Kettchen von 4 bis 12 bis ca. 20 Gliedern, während auf den festen Nährböden die Diploform vorherrscht. Auf diesen bilden sich zarte durchscheinende Auflagerungen.

Bei der Differentialdiagnose kommen zunächst in Betracht Streptokokken. Die Einzelglieder der Pneumokokken sind aber mehr oval oder kerzenflammig gestaltet, nicht wie bei den Streptokokken rund

Fig. 110.



Ausstrichpräparat aus pneumonischem Sputum, gefärbt mit verdünntem Carbolfuchsin.

oder mitunter längs zusammengedrückt, ausserdem bleibt Wachsthum in Gelatinestrichculturen bei Zimmertemperatur aus. Im Zweifelsfalle ist der Thierversuch (siehe diesen) zur Entscheidung und Sicherung der Diagnose Pneumococcus heranzuziehen.

Ausserdem können für Ungeübte Kapselbacillen aus der Gruppe des B. Friedlaender des sogenannten Pneumobacillus, zur Verwechslung führen. Diese Bacillen, von denen es eine ganze Zahl von Racen oder Varietäten giebt, sind aber 1. sehr viel grösser und deutliche an den Enden abgerundete plumpe Stäbchen (nur die jüngsten Formen sind häufig rundlich wie kokkenartig), 2. entfärben sich dieselben nach *Gram* und *Gram-Weigert,* erscheinen daher bei Färbung mit *Gram-Weigert*-Carbolglycerinfuchsin meistens roth, 3. wachsen dieselben viel schneller und üppiger als dicke schleimige Tropfen von 2—4 Mm. Durchmesser oder als schleimige Beläge, welche vielfach von schrägen Nährböden in das Condenswasser hinablaufen, 4. wachsen sie auch üppig zu ähnlichen Colonien auf der Gelatineplatte und bilden im Gelatinestich sogenannte „Nagel-"Culturen, d. h. eine nagelkopfähnliche, schleimige, grauliche bis

porzellanweisse Auflagerung über dem breitknolligen Wachsthum im Stich, 5. bilden dieselben in Zuckeragarstichculturen meist üppig Gas und sind für Meerschweinchen stärker pathogen als die Pneumokokken (Abscess an Impfstelle, bei grösseren Dosen Exitus in einigen Tagen mit Septikämie und Kapselbacillen im Blut).

Vor einer Verwechslung mit Influenzabacillen schützt die Beobachtung, dass die Colonien der Pneumokokken meist derber granulirt und bräunlicher schmutzig gefärbt, weniger durchsichtig und weniger spiegelnd erscheinen. Ferner liefert bereits ein mit *Gram-Weigert*-Carbolglycerinfuchsin gefärbtes Ausstrichpräparat, bei welchem die Pneumokokken grösser, oval bis kerzenflammenförmig, schwarzblau bis schwarz gefärbt, die Influenzabacillen aber zart strichförmig roth aussehen, genügende Unterschiede. Schliesslich bliebe immer noch das Thierexperiment (s. d.) und der Umstand, dass Influenzabacillen auf gewöhnlichem Glycerinagar oder Agar (ausser ausnahmsweise in erster Generation) nicht wachsen.

Thierexperiment.

Das Thierexperiment wird entweder direct mit dem auf Pneumokokken verdächtigen Material oder mit Reinculturen (zur Identificirung der Pneumokokken etc.) ausgeführt. Als Versuchsthiere kommen vor allem Maus und Kaninchen in Betracht. Mäuse sind für Pneumokokken am empfänglichsten. Bei Kaninchen bleibt bei wenig virulenten Pneumokokken mitunter der Impferfolg aus oder die Thiere überleben. Meerschweinchen sind verhältnismässig wenig empfänglich.

Um aus unreinem Material (z. B. Speichel, pneumonischem Sputum, Organen) den Pneumococcus rein zu gewinnen, macht man davon eine Aufschwemmung in Bouillon oder physiologischer Kochsalzlösung und injicirt davon einer weissen Maus 0,1 Ccm. an der Schwanzwurzel, einem Kaninchen 0,5—1,0 Ccm. subcutan in das Gewebe des Ohres. Die Maus pflegt in 12—30 Stunden an Pneumokokkenseptikämie einzugehen, ohne besondere wahrnehmbare pathologische Veränderungen. Die Milz ist kaum vergrössert, das Herzblut dunkelschwarzroth.

Beim Kaninchen bildet sich eine schwere Entzündung, ein phlegmonöses Erysipel am geimpften Ohr heraus. Das letztere wird schwer, hängt herab und sieht gegen Licht gehalten dunkelroth aus. Wenn der Tod nicht schnell an Septikämie eintritt, greift das Oedem über den Kopf über und es bildet sich ein reichliches serös-sulziges Exsudat in den Falten am Kieferwinkel (Tod an Septikämie). Bei weniger virulentem Material kann der Process zurückgehen, es bilden sich mitunter Ohrnekrosen und das Thier kommt davon oder es stirbt an chronischer Pneumokokkeninfection mit Localisationen (lobäre Pneumonie, Pleuritis etc.).

Bei den an Septikämie eingehenden Thieren wimmelt das Blut aller Organe von Pneumokokken mit schönen deutlichen Kapseln, welche theils ungefärbt, theils gefärbt sichtbar zu machen sind. Ebenso enthält die entzündliche Oedemflüssigkeit beim Kaninchen ungemein viel kapselführende Pneumokokken. Bei Impfung von dem Herzblut oder der Oedemflüssigkeit auf Agar bei 37° erhält man meist Reinculturen von Pneumokokken.

Durch Passageimpfungen lässt sich die Virulenz so steigern, dass ungemein geringe Mengen zur Infection genügen.

Culturen sterben bald ab und verlieren ihre Virulenz. Man kann sich aber leicht virulentes Material längere Zeit conserviren, wenn man Oedemflüssigkeit oder Blut oder Peritonealexsudat (bei intraperitonealer Impfung) in kleinen *Pasteur*'schen Pipetten eingeschmolzen vor Licht geschützt im Eisschrank aufbewahrt.

Nachweis der Pestbacillen.

Wer sich an die Diagnose der Pest heranwagt, soll sich der ungemeinen Verantwortlichkeit, welche ihm diese Aufgabe sowohl bei der Diagnosenstellung als bei dem Arbeiten selbst auferlegt, stets bewusst bleiben. Die Untersuchung sollte nur in als „Pestlaboratorien" direct eingerichteten Räumen und von besonders geschulten Untersuchern ausgeführt werden. Doch ist es bei den schnellen Verkehrsverhältnissen der Jetztzeit und dem namentlich in ersten Fällen larvirten und unscheinbaren Charakter mancher Pestfälle nicht unmöglich, dass auch minder geschulte Untersucher dazu in unzulänglichen, nicht besonders hierfür eingerichteten Untersuchungsstätten unvermuthet vor die schwere und verantwortungsvolle Aufgabe einer Pestdiagnose gestellt werden. Um so grössere Vorsicht ist in allen bakteriologischen Untersuchungsstellen zu Pestzeiten zu beobachten, um ein Verkennen der unter harmloserem Gewande auftretenden Seuche zu verhüten und schon den ersten Fall zu diagnosticiren und danach für entsprechende Isolirung, Desinfectionsmassregeln etc. Sorge tragen zu können.

Besondere Vorsicht ist natürlich geboten, sobald ein irgendwie, z. B. wegen gleichzeitiger Bubonen oder sepsisartiger Erscheinungen auf Pest verdächtiges Material zur Untersuchung kommt, vor allem aber bei Thierversuchen mit Pest oder auch nur auf Pest verdächtigem Material (cf. die traurigen Folgen bei der Wiener kleinen Endemie).

Da die Bekämpfung der Pest von Reichswegen geregelt ist, so verweise ich zunächst auf die officiellen Publicationen, welche in keinem deutschen bakteriologischen Untersuchungslaboratorium fehlen sollten.

Dieselben sind zusammengestellt in der „Anweisung zur Bekämpfung der Pest" (festgestellt in der Sitzung des Bundesrathes vom 3. Juli 1902). Amtliche Ausgabe, Berlin 1902, Julius Springer.

Ich lege für die folgende Betrachtung im wesentlichen die Arbeiten von *Kossel* und *Overbeck*, Bakteriologische Untersuchungen über Pest mit Mikrophotographien von *Albert Maassen*, Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt, XVIII, 1901, Heft 1, pag. 114—134 zugrunde, welche auch als Anhang die durch Rundschreiben des Herrn Reichskanzlers den Regierungen der Einzelstaaten mitgetheilte amtliche Anleitung für die bakteriologische Feststellung der Pestfälle (cf. oben) enthält, unter Ergänzung durch andere Arbeiten speciell von *Kolle*, „Bericht über die Thätigkeit in der zu Studien über Pest eingerichteten Station des Instituts für Infectionskrankheiten 1899/1900" (Ztschr. f. Hyg., Bd. XXXVI, 1901, pag. 397—421): *Kolle* und *Martini*, „Ueber Pest" (Deutsche med. Wochenschr., 1902, Nr. 1, 2, 3, 4); *Erich Martini*, „Beschleunigung und Sicherung der Pestdiagnose in zweifelhaften Fällen" (Ztschr. f. Hyg., Bd. XLI, 1902, pag. 147—152).

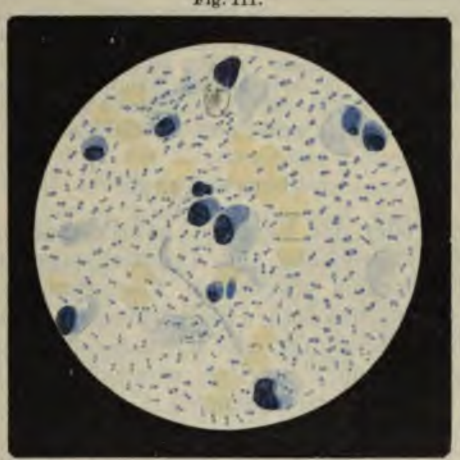
Diese Anleitung ist direct auf bestehenden Pestverdacht zugeschnitten, es muss aber nochmals betont werden, dass ein jedes bakteriologische Untersuchungslaboratorium durch Einlieferung von Pestmaterial unter unverdächtiger Diagnose überrascht werden kann. Daher

ist, so lange die Pestepidemien an verschiedenen Stellen des Erdballes immer von neuem aufflackern, voraussichtlich für Jahre hinaus, noch immer besondere Vorsicht nöthig, besonders aber an Hafenplätzen und grossen Durchgangscentren des Verkehrs.

Mit Recht betont die von *Gaffky*, *Gerhardt*, *R. Pfeiffer* und *Sticker* ausgearbeitete, in der oben erwähnten amtlichen „Anweisung" enthaltene „Belehrung über die Pest" pag. 27:

„Zu allen Zeiten, in welchen die Pest auftrat, hat sich gezeigt, dass selbst hervorragende Aerzte, welche die feineren Züge des Bildes nicht kannten oder an die Pest nicht dachten, bei den ersten Krankheitsfällen die Ueberzeugung hegen konnten, sie hätten es mit einem gemeinen Carbunkel oder mit einer gewöhnlichen Lymphdrüseninfection oder mit einer alltäglichen Lungenentzündung oder mit einem rasch und bösartig verlaufenden Typhus, Wechselfieber, Milzbrand zu thun, und dass sie so lange in ihrem Irrthum verharrten, bis die Häufung ähnlicher Erkrankungen, die wachsende Zahl der Todesfälle, die zweifellose Ansteckungskraft der Krankheit ihnen zum Bewusstsein brachte, dass ein ausserordentliches, unheimliches Uebel unter ihren Augen sich entwickelt hatte."

Fig. 111.



Pestbacillen im Buboausstrichpräparat. Alkoholfixirung, Färbung mit verdünntem Methylenblau. Nach einem Präparat von Prof. *K.*, gezeichnet von *Landsberg*-Berlin.

Pestbacillen können im Auswurf auftreten bei „primärer Lungenpest, Pneumonie und terminalem Lungenödem schwerer Septikämien, bei krankhaften Zuständen der Rachenorgane" (l. c. IV, pag. 212).

„Die Lungenpest, welche in einzelnen Pestseuchen auffallend vorherrscht, meistens aber gegenüber der Drüsenpest an Häufigkeit zurücktritt, verläuft fast genau wie eine gewöhnliche, heftige, katarrhalische oder wie eine croupöse Pneumonie. Sie kann, wenn auch die schweren Allgemeinerscheinungen ihr oft von vornherein ein besonders bösartiges Aussehen geben, im einzelnen Falle von anderen Lungenentzündungen ohne die bakteriologische Untersuchung des Auswurfes nicht mit Sicherheit unterschieden werden." (Belehrung über die Pest, pag. 30.)

Zu bemerken ist hierzu, dass die Lungenpest die bösartigste und ansteckendste Form der Pest überhaupt ist, der gegenüber die Bubonenpest fast harmlos erscheint. Es muss aber betont werden, dass auch bei gewöhnlicher Bubonenpest und anderen Pestformen und selbst bei anscheinend Gesunden gelegentlich und sub finem vitae im terminalen Lungenödem meist reichlich Pestbacillen im Sputum ausgeschieden werden können. Wenn diese auch, wie z. B. *Gotschlich* hervorhebt, verhältnismässig selten zu Weiterübertragungen führen, so

bedeuten sie doch stets eine ernste Gefahr für die Umgebung bezw. Weiterverbreitung der Seuche. Sehr wichtig ist die Beobachtung von *Gotschlich*, dass die Pestbacillen noch wochenlang im Sputum geheilter Fälle von Pestpneumonie in virulentem Zustande ausgeschieden werden können (Fig. 111).

Die Pestbacillen sind fast gleichzeitig 1894 von *Kitasato* und *Yersin* gelegentlich der Pestepidemie in Hongkong entdeckt worden. Ihr Nachweis ist bei ihrer Grösse und ihrem charakteristischen Verhalten nicht schwer, doch muss ihre in weiten Grenzen schwankende Variabilität betont werden.

Die Pestbacillen sind meist kurze, an den Enden abgerundete Stäbchen, deren Länge die Breite etwa 2—3mal übertrifft; mitunter sind sie aber so kurz, dass sie kokkenartig erscheinen. Sie lassen sich leicht färben; häufig werden dabei die Pole des Stäbchens stärker gefärbt, während die Mitte blass oder ungefärbt bleibt. Diese „Polfärbung" tritt besonders bei gewisser Behandlung des Präparates und Färbung mit bestimmten Farbstoffen (namentlich Methylenblau) hervor (cf. weiter unten). In flüssigen Nährböden, wie Bouillon, auch im Condenswasser bilden sie häufig lange Ketten von eiförmigen, an Streptokokken erinnernden Gliedern. Die Pestbacillen werden nach *Gram* entfärbt und sind unbeweglich. Auf trockenen Nährböden, daher auch alten Nährböden und auf Nährböden mit stärkerem Salzgehalt bilden die Pestbacillen sehr eigenthümliche Involutionsformen, grosse kuglige, blasige oder hefeartige Gebilde. Sie wachsen nicht bei Luftabschluss, rufen in zuckerhaltigen Nährböden keine Gasbildung hervor. Sie wachsen am besten zwischen 25—37° C., „annähernd gleich gut" (Belehrung pag. 4), auch bei 10—15° noch kräftig und selbst noch im Eisschrank.

Untersuchung.

Die Diagnose oder der Verdacht auf Pestbacillen wird vielfach bereits durch die Untersuchung von Ausstrichpräparaten des Sputums begründet. Die Pestbacillen pflegen bei Pestpneumonie in ungeheuren Massen zwischen zahlreichen rothen Blutkörperchen im (hämorrhagischen) Sputum zu liegen, in Reincultur oder mit anderen Mikrobienarten untermischt. Als letztere kommen bei Pest namentlich in Betracht Streptokokken. Doch sind die verschiedensten Combinationen bei Pest beschrieben worden.

Der Verdacht auf Pest würde sofort rege werden, wenn man bei Färbung eines unter anderer Diagnose eingelieferten Sputums mit *Gram-Weigert*-Carbolglycerinfuchsin reichliche, nach *Gram* entfärbte, also rothgefärbte Stäbchen fände, welche dem Bilde der Pestbacillen entsprechen und zum Theil Polfärbung zeigen.

Um nun die Diagnose zu sichern, wären zunächst möglichst viele Deckglaspräparate anzufertigen, von denen ein Theil fixirt (in einem trockenen Pulvergläschen mit Glasstöpsel) aufzubewahren ist. Um aber die Polfärbung besonders deutlich zu machen, sind besondere Vorsichtsmassregeln nothwendig. Der Zweck wird aber sicher erreicht durch 25 Minuten langes Einlegen in absoluten Alkohol oder nach der Methode von *Sobernheim*, indem man (am besten mit Patenttropfflasche) auf das lufttrockene Präparat Alkohol absolutus (oder Alkohol-Aether aa.) auftropft, worauf der Rest (in der Flamme) abgebrannt wird.

Zur Erzielung der Polfärbung wird gefärbt mit verdünntem Boraxmethylenblau (2% Methylenblau, 5% Borax) in Wasser $^1/_2$ Minute.

Bei einem solchen mikroskopischen Befunde kämen neben Pestbacillen differentialdiagnostisch in Betracht eigentlich nur noch Bacillen aus der Gruppe des B. Friedlaender, namentlich der sogenannte Bacillus lactis aërogenes.

In jedem Falle, in welchem durch mikroskopische Untersuchung des Auswurfs Pestverdacht erweckt wird, sind zur Sicherung der Diagnose unter Vermeidung aller Zeitverluste verschiedenartige Cultur- und Thierversuche unter allen Umständen anzustellen, ebenso wenn aus anderen Gründen Pestverdacht vorliegt und das Material als pestverdächtig eingeliefert wurde. Nur im Laufe einer Pestepidemie wird man berechtigt sein, allein gestützt auf den mikroskopischen Befund (im Zusammenhalten mit dem Krankheitsverlauf) die Diagnose auf Pest zu stellen.

Sind die nothwendigen Cultur- und Thierversuche angestellt, so wird man zunächst sich weitere Klarheit über den Fall anamnestisch zu verschaffen suchen. Jedenfalls ist jeder pestverdächtige Fall durch Isolirungs- etc. Massregeln wie ein wirklicher Pestfall zu behandeln (cf. die amtlichen Vorschriften).

Wann der Bakteriologe den Pestverdacht aussprechen soll, ist eine heikle Sache und seinem subjectiven Ermessen anheimgestellt. Er wird dabei den Fall, dass bei der Untersuchung eines eingesandten Materials auch Pest in den Bereich der Möglichkeit gezogen wird, wohl unterscheiden von den Fällen, in welchen er einen directen Pestverdacht auf Grund seiner Untersuchungen aussprechen muss. Er darf bei ersten Fällen nicht unnöthige Beunruhigung hervorrufen und daher die Diagnose Pest jedenfalls nicht eher mit Bestimmtheit stellen, als bis die Untersuchung bis ins letzte Glied (positiver Thierversuch mit Cultur etc.) abgeschlossen ist. Aber er wird, um eventuell weitere Ansteckungen zu verhüten und einen ersten Fall eventuell sofort rechtzeitig unterdrücken zu können, nicht versäumen dürfen, den nächsten in Betracht kommenden Persönlichkeiten, vor allem dem behandelnden Arzt und dem zuständigen beamteten Arzt, von seinen Befunden und Erwägungen Mittheilung zu machen, schon um zu eruiren, ob sich irgend welche klinische oder anamnestische Anhaltspunkte, welche für Pest sprechen, ergeben, und damit die genannten Persönlichkeiten in der Lage sind, für Isolirung etc. zu sorgen und die nöthige Anamnese und sonstige Recherchen anstellen zu können.

Kommt Pestverdacht in Frage, so wird man sich natürlich unter den nothwendigen Vorsichtsmassregeln weiteres Material von dem Fall: Buboneneiter, Blut (mehrfach wegen des wechselnden Gehaltes an Pestbacillen aus Fingerspitze oder Ohrläppchen, eventuell durch Venenpunction, zur Anstellung der Agglutinationsprobe), Harn eventuell Eiter aus Pestpustel, Furunkel etc. oder, falls Exitus letalis bereits eingetreten ist, Material von der Leiche verschaffen* (cf. die hierfür erlassenen amtlichen Vorschriften!).

Culturversuch.

Auch hier wird man am besten eine gewaschene Sputumflocke verwenden.

Die Pestbacillen wachsen auf allen gebräuchlichen Nährböden und erfordern eine schwache Alkalescenz. Nach *Kossel* und *Overbeck* beträgt die optimale Alkalescenz 0,5 Grm. krystallisirte Soda auf 1 Liter über den Lackmusneutralpunkt (bestimmt mit Lackmuspapier von *Eugen*

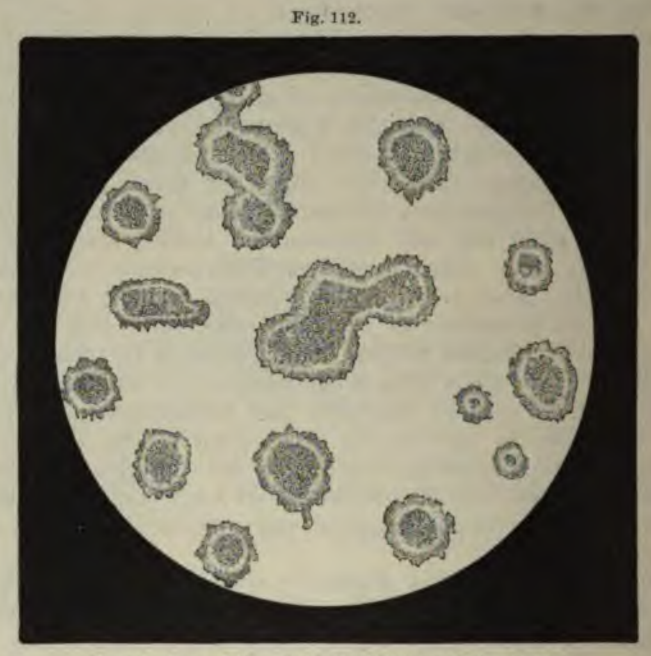
* Blut, Milz, Lungenhypostasen, Galle, Duralflüssigkeit sind besonders geeignet (Belehrung über die Pest, pag. 5).

Dieterich, Helfenberg bei Dresden, auf glattem Postpapier, einseitig), nachdem die Nährböden vorher mit Natronlauge neutralisirt waren (*Maassen*, Arb. aus dem Kais. Ges.-A., Bd. VIII).

Aussaaten werden gemacht auf der Oberfläche von Blutserumplatten und Agarplatten, beide bei 37° und Gelatineplatten (ebenfalls Ausstrich auf der Oberfläche), welche bei 23° oder bei sehr verunreinigtem Material auch bei niederer Temperatur im Eisschrank zu halten sind.

Auf Blutserum ist, wie schon *Kitasato* fand, das Wachsthum besonders üppig, üppiger und schneller als auf Agar. Es bilden sich schon in 24 Stunden tröpfchenartige graugelbliche honigartige Colonien von 1—2 Mm. Grösse und darüber. Mikroskopisch finden sich

Fig. 112.



Pestcolonien auf Agarplatte. Randbildung. Vergr. 1 : 50.

meist kurze, plumpe, oft fast kokkenartige Formen. Fadenbildungen sind spärlich und kürzer als auf Agar.

Auf Agarplatten sind auch bereits nach 24 Stunden bei 30° zarte Colonien zu bemerken, welche aber zum Theil erst bei schwacher Vergrösserung als unregelmässige feinkörnige Auflagerungen sichtbar sind. In 48 Stunden sind sie dann aber zu saftigen rundlichen, mitunter schleimigen Colonien herangewachsen. Als besonders charakteristisch wird ein feiner Saum, welcher die Agarcolonien kragenartig umgiebt, angesehen. Besonders bei frischen Stämmen treten, wie *Yersin* zuerst fand, zwei verschiedene Arten Colonien auf, nämlich neben zarteren auch dickere opalere, knopfförmige Colonien. Bei Umzüchtungen treten oft wieder beide Sorten Colonien auf und bei weiterer Züchtung verwischen sich die Unterschiede. *Kolle* (l. c. pag. 398) fand einige Stämme auf Agar fadenziehend, andere nicht, ohne dass ein Grund hierfür ersichtlich war.

In den Agarcolonien treten neben kurzen auch längere Stäbchen mit Faden- und Schlingenbildungen auf.

Als Nachtheil der Agarplatten hob die Deutsche Pestcommission hervor, dass sie leicht durch fremde Bakterien überwuchert werden und sich daher mehr für reines Material (z. B. von Blut und Drüsensaft Pestkranker oder von frischem Leichenmaterial) eignen.

Auf trockenem Agar kommt es leicht zur Bildung von kugeligen und hefeartigen Involutionsformen.

Sehr instructive Bilder erhält man durch Klatschpräparate.

Gelatineplatten nach Erstarren oberflächlich beimpft sind nach Erfahrungen der Deutschen Pestcommission besonders zur Diagnose geeignet, wenn das Material voraussichtlich stark verunreinigt war, eventuell im Eisschrank. Nach 24 Stunden bei 23° kann man, selbst wenn bei schwacher Vergrösserung noch kein deutliches Wachsthum zu erkennen ist und die Gelatineplatte höchstens einen reifähnlichen Beschlag zeigt, doch schon mit Hilfe von Klatschpräparaten die Pestbacillen nachweisen. Es finden sich oft schon in grosser Zahl kleinste unregelmässige, in landkartenartiger Zeichnung angeordnete Colonien von 50—100 Bacillen. Mitunter besteht die Colonie nicht aus Stäbchen, sondern infolge ausgebliebener Theilung aus wirren Fadenschlingen.

Aeltere Colonien ähneln bei schwacher Vergrösserung Colonien des Diphtheriebacillus. Sie zeigen dichteres Centrum und gestrichelt granulirte hellere Randzone mit gelapptem Rand. In Klatschpräparaten finden sich häufig neben kürzeren und längeren Bacillen auch lange Fadenschlingen wie ein lockeres Drahtknäuel *(Kossel* und *Overbeck)* zusammengesetzt.

Die differentialdiagnostisch in Betracht kommenden ähnlichen untersuchten Bakterienarten (B. lactis aërogenes, B. coli, B. typhi murium, B. cholerae gallinarum, B. suisepticus, B. pneumoenteritidis murium, Bacillus pseudotuberculosis rodentium) zeigten kein ähnliches Verhalten (l. c. pag. 121).

Von den gefundenen verdächtigen Colonien werden nun Abimpfungen auf verschiedene Nährböden vorgenommen, unter anderem am besten zur Fortzüchtung des Stammes auf schrägerstarrten Blutserumröhrchen, weil sich auf diesen die Virulenz am besten zu erhalten scheint.

Ausserdem werden Culturen zur Identificirung angelegt auf:

1. Traubenzuckeragar (keine Gasbildung: Unterschied von Bacillus pneumoniae und B. lactis aërogenes eventuell in Schüttelcultur);

2. in Bouillon (Pestbacillen sind unbeweglich im hängenden Tropfen, doch zeigen sie lebhafte Molecularbewegung). Ruhig stehende Bouillonculturen, welche mit etwas steriler Butter an der Oberfläche bedeckt sind, zeigen die Bouillon klar, während von der Oberfläche stalaktitenähnliche Wucherungen der Pestbacillen herabhängen. In Bouillon bilden die Pestbacillen ausserdem im Sediment deutliche Ketten von ovoiden Gliedern, welche grösser als Streptokokken und zum Unterschiede von diesen nach *Gram* entfärbt sind;

3. 3%igem Kochsalzagar. Die Pestbacillen bilden darauf bei 37° nach 1—2 Tagen „zahlreiche, ganz auffällige Involutionsformen, grosse kugelige oder unregelmässig gestaltete Gebilde, welche sich grösstentheils nur mangelhaft mit Anilinfarben färben lassen“ (Belehrung über die Pest, pag. 34);

4. gewöhnlichem Agar. Zweitägige Culturen bei 37° gezüchtet dienen zur Anstellung der Agglutinationsprobe.

Die Culturen dienen ferner zur Anstellung des Thierversuches.

Thierversuch.

Der Thierversuch mit Pestmaterial oder Pestculturen darf und sollte stets nur in wohleingerichteten Pestlaboratorien unter den allerschärfsten Vorsichtsmassregeln ausgeführt werden.

Die Pestbacillen sind für eine grosse Zahl von Thierarten wie für den Menschen pathogen.

Zu diagnostischen Zwecken kommen aber am besten zwei Thierarten in Anwendung, nämlich Ratten und Meerschweinchen.

Die Ratten, welche gegen die meisten Infectionserreger eine auffallende Unempfindlichkeit zeigen, sind für Pestbacillen ungemein empfänglich, und zwar sowohl weisse als auch grauweisse und wilde graue.

Zu beachten ist aber, dass neuerdings gewisse Seuchen unter den Ratten selbst beobachtet sind (von *Issatchenko*, Centralbl. f. Bakt., XXIII, pag. 874; *Danysz*, Ann. de l'Inst. Past., XIV, pag. 193; *Claus Schilling*, Arb. a. d. kais. Ges.-A., XVIII, 1901, Heft 1, pag. 108—113), welche den Impfversuch stören und zu Irrthümern führen könnten.

Sehr wichtig ist die diagnostische Thierimpfung mit (namentlich unreinem) Pestmaterial.

Ratten (weisse und grauweisse eignen sich wegen ihrer Zahmheit am besten dazu) werden entweder subcutan mit Suspension des Materials geimpft oder in Hauttasche. Auch kann man (sehr sichere Methode) das Material in die unverletzte Conjunctiva einreiben oder verfüttern. Man kann die Ratten zur Impfung betäuben. Hierzu eignet sich nicht Chloroform, sondern Aether, da die Ratten gegen Chloroform sehr empfindlich sind. Das Thier wird unter eine Glocke gesetzt, ein Wattebausch mit Aether zugegeben. Sobald es betäubt umfällt, wird es schnell operirt und in seinen Käfig zurückgebracht.

Bei subcutaner Impfung entstehen regionäre Bubonen, so bei conjunctivaler Impfung typische submentale Bubonen in den Submaxillardrüsen bis zu Kleinbohnengrösse. Die Thiere sterben meist in 1 bis 3 Tagen. Graue Ratten pflegen etwas weniger empfänglich zu sein. Pestbacillen sind in Lymphdrüsen und Milz meist sehr reichlich nachweisbar.

Bei Fütterung pflegen die Ratten für gewöhnlich innerhalb drei Tagen einzugehen. Meist finden sich von oberen Verdauungs- und Respirationswegen ausgehende Veränderungen oder Schwellung und hämorrhagische Infiltration der Follikelhaufen und Mesenterialdrüsen, seltener Blutungen in die Schleimhaut.

Die Pestbacillen sind in den inneren Organen meist reichlich, bei stark geschwollenen Lymphdrüsen aber besonders in diesen.

Meerschweinchen sind noch empfindlicher als Ratten. Besonders empfehlenswerth ist es, nach dem Vorgange der österreichischen Pestcommission unreines Pestmaterial auf die rasirte unverletzte Bauchhaut der Meerschweinchen einzureiben. Es entstehen sehr charakteristische Bubonen in entzündlichem, rosigem Oedem. Zieht sich der Verlauf über mehrere Tage hin, ehe Exitus eintritt, so treten in Milz, Lunge, seltener Leber tuberkelähnliche, an Pestbacillen sehr reiche Knötchen auf (die ähnlichen, durch B. pseudotuberculosus hervorgerufenen Knöt-

chen pflegen im Gegensatz dazu arm an Bacillen zu sein). Dieser Impfmodus liefert auch mit fast avirulentem Material noch Erfolg und wird auch von *Kolle* dringend empfohlen. Am besten impft man mehrere Meerschweinchen auf die rasirte Bauchhaut und reibt das unreine Material (auch Sputum) mehrmals hintereinander ein. *Martini* (Zeitschr. f. Hyg., Bd. XLI, 1902, pag. 159—160) räth, dazu erst eine feine Suspension mit der dreifachen Menge Bouillon herzustellen, das Gemenge 5- bis 6mal bei 5—6 Meerschweinchen mit dem Scalpellrücken auf die rasirte Bauchhaut aufzutragen (zwischen Rippenbogen und Nabel) und zu verreiben. Täglich wird nach auftretenden Bubonen nachgesehen und selbst nur hanfkorngrosse mit *Pravaz*'scher Spritze punktirt. Die gewonnene, noch so geringe Menge Punktat wird zu Agarplatten, Agarröhrchen, Deckglaspräparaten und nach Vollsaugen der Spritze mit Bouillon zur intraperitonealen Rattenimpfung verwendet.

Gotschlich impfte mit Vortheil Meerschweinchen intraperitoneal mit Pestsputum, nachdem schon *Bitter* gezeigt, dass nach intraperitonealer Impfung von kleinsten Mengen Eiter oder Blut tödtliche Peritonitis entstand, und dass von den reingezüchteten Culturen selbst $^{1}/_{1000}$ Oese bei intraperitonealer Impfung tödtliche Pestperitonitis erzeugte. Im Gegensatz zu dem bei intraperitonealer Rattenimpfung sehr spärlichen peritonealen Exsudat ist dies hier sehr reichlich, fadenziehend und enthält viel Pestbacillen.

Aus den geimpften Ratten und Meerschweinchen lassen sich leicht Reinculturen gewinnen. Ebenso können aus Platten gewonnene Reinculturen in gleicher Weise durch den Thierversuch geprüft werden.

Die Pestversuchsthiere sind in hohen, im Dampf sterilisirbaren Glasgefässen mit Drahtumhüllung und festschliessendem Drahtdeckel mit Wattefilter zu halten; nach dem Versuch sind die Cadaver im Dampf zu sterilisiren, ebenso die Käfige sammt Streu und Futterresten.

Serodiagnose der Pest.

Die Agglutinationsbestimmungen der Pestbakterien sind besonders eingehend von *Kolle* und *Martini* studirt worden.

1. Prüfung einer verdächtigen Cultur. Von einer zweitägigen Agarcultur wird mit 0,8%iger Kochsalzlösung eine Suspension frisch bereitet, dazu in kleinen schmalen Reagensgläschen wirksames Pestserum in den entsprechenden Verdünnungen gegeben, gut durchgeschüttelt und bei 37° eine halbe Stunde stehen gelassen. Beobachtung mit Lupe: „Positiver Ausfall der Reaction — an dem Auftreten zu Boden sinkender Flöckchen mit Klärung der überstehenden Flüssigkeit erkennbar — spricht mit grösster Wahrscheinlichkeit für Pestbacillen."

2. Zur Prüfung des Blutserums eines unter verdächtigen Erscheinungen erkrankt gewesenen Menschen. Zu je 1 Ccm. Serummischung mit 0,8%iger Kochsalzlösung im Verhältnis 1:1, 1:2, 1:5 und 1:10 wird je eine Oese zweitägiger Agarcultur gegeben, gut umgeschüttelt. Behandlung wie bei 1. „Tritt makroskopisch sichtbare Agglutination auf, so handelt es sich mit grösster Wahrscheinlichkeit um einen abgelaufenen, in Reconvalescenz befindlichen Pestfall. Ein negativer Ausfall der Probe spricht nicht gegen die Diagnose Pest" (Ministerialbl., l. c. 215).

Differentialdiagnostisch kommen beim Menschen besonders in Betracht: der B. Friedlaender und B. lactis aërogenes; im Thierversuch: bei Meerschweinchen der Bacillus der Pseudotuberculose, bei Ratten der Erreger der oben erwähnten Rattenseuchen, bei Mäusen der Bacillus des Mäusetyphus, der Hühnercholera, Kaninchenseptikämie, Schweineseuche, welche, wie *Kolle* und *Martini* zeigten, sämmtlich nicht von hochwerthigem Pestserum agglutinirt worden.

Nachweis der Aktinomykose.

Bei Lungenaktinomykose kann der sogenannte Aktinomyces auch im Sputum erscheinen, wenn die durch denselben erzeugten bronchopneumonischen Granulationsherde durch Erweichung und Zerfall in Bronchien durchgebrochen sind.

Man sucht zunächst mit blossem Auge nach den sogenannten Drusen, welche als weissliche, graue, gelbliche, mitunter schwärzliche Körnchen imponiren. Die herausgefischten Drusen werden in dünner Kalilauge mit dem Deckglas bedeckt untersucht, wobei man starke Quetschung vermeide. Im gelungenen Präparat sieht man in der Mitte ein Gewirr von wellig bis schraubig gebogenen Fäden, umgeben von einem Wall von mehr oder weniger schön ausgeprägten, keulenförmigen, mitunter gegabelten Anschwellungen, den sogenannten Kolben.

Solche Präparate genügen bereits zur Diagnose. Bei der Färbung nach *Gram-Weigert* wird das centrale Fadenwerk im Ausstrichpräparat schwarzblau. Man sieht dabei deutlich, dass die Fäden wellig gebogen und zum Theil verzweigt sind. Die Kolben bleiben ungefärbt. Sie färben sich aber bei Nachfärbung mit Eosin, Saffranin *(Babes)* und sehr gut mit Victoriablau.

Culturversuche sind anaërob anzustellen, liefern aber nicht immer ein positives Ergebnis. Nicht zu verwechseln ist der echte anaërobe Aktinomyces mit den aërob wachsenden morphologisch ähnlichen Streptothrixarten.

Nachweis der Streptothrixarten im Sputum.

Makroskopisch finden sich ähnliche Körnchen im Sputum wie bei echter Aktinomykose (Beobachtungen von *Rullmann, Petruschky* u. A.).

Mikroskopisch fehlen meist die Keulen. Färbung nach *Gram-Weigert* giebt gute Bilder und liefert gebogene, wellige, spiralig gedrehte, zum Theil verzweigte Fadenstücke (Fig. 113).

Zur Züchtung empfiehlt *Rullmann* (Münch. med. Wochenschr., 1902, Nr. 22, pag. 925), die Körnchen nach reichlicher Spülung mit sterilem Wasser steril zu zerdrücken und davon Verdünnungen auf Blutserum auszusäen, auf welchem dann Colonien zum Theil isolirt aufgehen. Sehr charakteristisch ist das Wachsthum in pilzartigen Kugeln in Bouillon, welche sonst klar bleibt. Auf festen Nährböden pflegen alle Streptothrixarten durch verzweigte Ausläufer, welche sie in den Nährboden hineinschicken, sehr fest zu haften und sich dann bei zunehmendem Alter oft mit einem kreidigen, weissen oder gelben pulverigen Ueberzug zu überziehen (Fructification). Einige Arten aus Luft und Erde haben einen ausgesprochenen Schimmelgeruch.

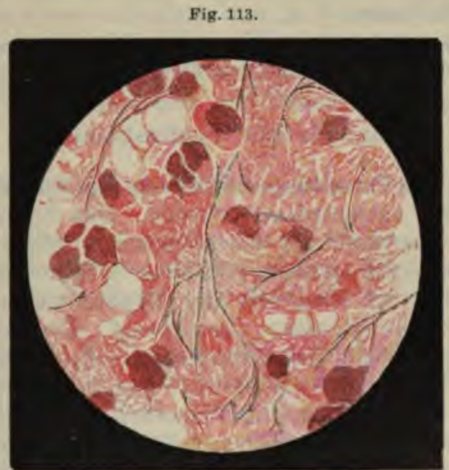
Nachweis der Pneumonomycosis aspergillina und mucorina.

Hier muss einer mit Tuberculose mitunter verwechselten Erkrankung gedacht werden, nämlich der Pneumonomykosis.

Dieselbe, eine richtige Verpilzung der Lunge, kommt zustande dadurch, dass sich Pilze von der Gattung Aspergillus (namentlich A. fumigatus) oder Mucor (z. B. M. corymbifer) in der Lunge ansiedeln. Die Pilze oder Theile derselben können mit dem Sputum entleert werden. Die Krankheit ist besonders häufig bei Taubenzüchtern, welche die jungen Tauben aus dem Munde zu füttern pflegen (Südfrankreich).

Die Diagnose ist leicht aus einfachem frischen Präparat, indem man verdächtige, schwarzgrüne oder bräunliche Körnchen aus dem Sputum frisch bei schwacher Vergrösserung untersucht. Man findet da-

Fig. 113.



Ausstrich aus Sputum bei Lungenstreptotrichose, beobachtet von *Kolle*. Nach einem Präparat des Letzteren gezeichnet von *Landsberg*.

bei Mycelien, wohl auch vollkommen ausgebildete Fruchtköpfe und Sporen von den betreffenden Pilzen.

Natürlich muss das Sputum sofort frisch nach der Entleerung untersucht werden, da sich sonst hineingefallene Schimmelpilzsporen darin vermehrt haben könnten.

Die Cultur gelangt leicht auf sauren Nährboden, Würzagar, Zuckeragar, Brotbrei etc. bei 37° C.

Nachweis der Rotzbacillen.

Bei Lungenrotz können Rotzbacillen auch mit dem Sputum ausgeschieden werden. Der mikroskopische Nachweis dürfte wohl kaum gelingen.

Culturen auf Blutserum, Glycerinagar und auf mehreren Kartoffeln hintereinander und der Thierversuch müssen die Diagnose sichern. Die Culturen auf Kartoffel sind sehr charakteristisch, besonders auf alkalischen. Nach 2 Tagen bei 37° erscheinen honiggelbe bis kupferroth

werdende, tröpfchenartige, schleimige Colonien, während sich die Kartoffel in der Umgebung dunkler verfärbt. Auf Glycerinagar erscheinen durchscheinende, grauliche Colonien von 1—3 Mm. Durchmesser.

Die Rotzbacillen sind feine, gerade oder leicht gekrümmte Stäbchen, 3—5 μ. lang wie Tuberkelbacillen, aber dicker, mit abgerundeten Enden. Sie sind beweglich, werden nach *Gram* entfärbt. In alten Culturen bilden sich fadenförmige Verbände und Ketten. Bei Thieren, besonders Pferd und Esel, erzeugen sie die Rotzknötchen.

Zum Thierversuch benutzt man mittelalte, männliche Meerschweinchen, welchen man das verdächtige Material intraperitoneal injicirt (Methode von *Straus*). Da aber darnach die Thiere meist an septischer Peritonitis durch Mischinfection vorzeitig eingehen, impft man besser erst ein Meerschweinchen subcutan und mit dessen geschwollenen Lymphdrüsen ein zweites intraperitoneal. Am 2. und 3. Tag erscheint eine durch Rotz bedingte Orchitis. Tod am 8. bis 15. Tag (nach *Besson*). Hieraus Kartoffelculturen.

Die Orchitis ist nicht, wie man früher glaubte, allein für Rotz beweisend, weil auch andere Bakterien ähnliche Erscheinungen erzeugen.

Nachweis der Typhusbacillen.

Bei Typhus mit Pneumonie sind sowohl im Sputum als im Lungensaft Typhusbacillen nachgewiesen worden. Das Sputum ist dann dem hämorrhagischen Charakter der pneumonischen Infiltration entsprechend meist hämorrhagisch (*Curschmann* [*Nothnagel's* Spec. Path. u. Ther., III.]). Früher gelang nur der Nachweis der Typhusbacillen im Lungensafte von Leichen (*Bordone-Uffreduzzi, Arustamoff, Karlinsky, A. Fraenkel*), während der Auswurf beim Lebenden negative Resultate gab. *v. Stühlern* (Ctbl. f. Bakt., XXVII, 1900, Nr. 10/11, pag. 353—356) fand sie dann auch im Auswurf. *Jehle* (Wien. klin. Wchschr., 1902, pag. 232—233) fand in einem und demselben Falle bei vier Untersuchungen im hämorrhagischen Sputum Typhusbacillen in Reincultur, bei der fünften Untersuchung nichts. In allen übrigen Fällen (22 mit 25 Sputumproben) von Lungenerkrankungen bei Typhus handelte es sich um incomplicirte Bronchopneumonien mit schleimig-eitrigem Sputum ohne Blut. In vier Fällen davon waren Typhusbacillen mehr oder weniger reichlich (einmal in Reincultur, einmal mit Diplo- oder Streptokokken, zweimal mit Influenzabacillen).

Der Nachweis ist verhältnismässig einfach.

Bei Färbung der Ausstrichpräparate mit *Gram-Weigert*-Carbolglycerinfuchsin erscheinen die Typhusbacillen als rothgefärbte Stäbchen, den morphologischen Charakteren der Typhusbacillen (s. d.) entsprechend.

Auf der Serumplatte bilden die Typhusbacillen 2—3 Mm. grosse, etwas gewölbte, unregelmässig rundliche, graugelbliche, etwas schleimige, tropfenartige Colonien. Auf Glycerinagarplatte sind die Colonien ähnlich durchscheinend und bei durchfallendem Lichte (auch Lampenlicht) niemals irisirend (Unterschied von B. coli, lactis aërogenes etc., welche oft prachtvoll irisiren).

Es werden möglichst viele Colonien abgestochen und auf Zuckeragar verimpft. Sie bilden kein Gas (Unterschied von B. coli, B. Friedlaender, lactis aërogenes etc.). Gasbildende Colonien werden ausgeschieden.

die nicht gasbildenden weiter verfolgt, auf Beweglichkeit und Entfärbbarkeit nach *Gram* geprüft, Bouillonculturen (Beweglichkeit) und Gelatinestichculturen angelegt.

Im übrigen sind alle sonst zur Prüfung eines Stammes als Typhusbacillen üblichen Methoden (s. Typhus) heranzuziehen, in erster Linie die Prüfung mit Typhusserum (cf. pag. 341).

Mit Vortheil wird man wahrscheinlich die jüngst von *Drigalski* und *Conradi* (Zeitschr. f. Hyg., Bd. XXXIX, 1902, pag. 283) angegebene Methode mit Lackmusmilchzuckeragar zur Isolirung der Typhusbacillen auch aus dem Sputum benutzen können.

Für die Differentialdiagnose kommen wohl hauptsächlich in Betracht B. coli (auf Zuckeragar gasbildend und auf Gelatine üppiger wachsend, Kartoffelcultur bräunlichgelb), B. Friedlaender und B. lactis aërogenes (gasbildend, auf Gelatine Nagelkopfcultur, auf Kartoffeln schleimige, graue, dicke Auflagerung mit Gasblasen), ferner aber auch der B. pseudotuberculosis rodentium von *A. Pfeiffer*. Derselbe ist aber unbeweglich (Culturen bei 23° fanden *Kossel* und *Overbeck*, jedoch beweglich, l. c. pag. 119), seine Verimpfung erzeugt bei Mäusen und Meerschweinchen Pseudotuberculose mit Bubonenbildung bei subcutaner Impfung.

Nachweis der Milzbrandbacillen.

Bei Lungenmilzbrand, welcher am häufigsten beim Sortiren von mit Milzbrandsporen behafteten Hadern, Fellen, Borsten etc. aufzutreten pflegt (Hadernkrankheit), finden sich auch Milzbrandbacillen, mitunter reichlich, im Auswurf.

Der Nachweis der Milzbrandbacillen ist verhältnismässig einfach. In mit *Gram-Weigert*-Carbolglycerinfuchsin gefärbten Präparaten sind die Milzbrandbacillen nach *Gram-Weigert* meistens gefärbt (alte und verquollene Exemplare werden entfärbt). Es sind 5—10 μ lange Stäbchen bei ca. 1—1½ μ Breite. Die Enden sind meist scharf abgesetzt und häufig concav, also gedellt, wodurch die sogenannte Bambusform der Bacillen entsteht. Frisch finden sich meist nur 1 bis 4 Glieder zusammenhängend, während in Culturen auch lange Fadenbildungen vorkommen. Zur Färbung ist besonders gut geeignet ebenfalls *Löffler*'sches Methylenblau, wobei die Bambusform und Gliederung deutlich wird (namentlich bei Untersuchung in Wasser), zugleich erscheint um die blaugefärbten Bacillen eine leicht violett oder rosa gefärbte kapselähnliche Hülle.

Da die Milzbrandbacillen aber leicht verquellen und daher schlecht nachweisbar werden, muss man oft Färbungen mit den verschiedensten Farbstoffen probiren, z. B. auch mit concentrirter *Ziehl*'scher Lösung, mit Carbolgentiana oder 2%iger wässeriger Gentianaviolettlösung. Bei stark hämorrhagischem Sputum wäre Behandlung mit 1%iger Essigsäure und Färbung nach *Gram-Weigert* oder *Claudius* ohne jede Nachfärbung zu versuchen.

Zur Sicherung der Diagnose sind Culturen auf Serumplatten und Glycerinagarplatten, sowie der Thierversuch erforderlich.

Die Milzbrandbacillen zeigen auf allen festen Nährböden das Bestreben, meist 2—4 Mm. grosse, medusenhauptähnliche Colonien zu

bilden, deren Rand aus lockig gewellten Fadenschlingenbüscheln besteht. Gelatine wird dabei verflüssigt. Auf Serumplatten bilden sich grauweissliche, erhabene, oberflächlich mattgekörnte Colonien. Besonders schön sind die Colonien auf Glycerinagar, welche bei der Durchsicht Eisblumenzeichnung zeigen.

Von den verdächtigen Colonien werden Gelatinestichculturen, Bouillonculturen, Kartoffelculturen angelegt und neue Thierversuche angestellt. Die Gelatinestichcultur bei 23° zeigt nach 2—3 Tagen im Stich tannenbaumähnliches Wachsthum mit zarten Ausläufern. Später tritt von oben langsame, oft unregelmässige Verflüssigung ein, während unten der Stich oft noch besteht. Bouillonculturen bleiben klar, zeigen einen schleimigfädigen Bodensatz aus zu langen Fäden ausgewachsenen Bacillen. Die Milzbrandbacillen sind in hängenden Tropfen unbeweglich. Die Kartoffel zeigt grauliche Auflagerung. Wird sie bei 37° und dann bei Zimmertemperatur gehalten, so ist üppige Sporenbildung (aber auch auf anderen Nährböden, z. B. schrägen Agarnährböden) zu beobachten. Sporen oval, je eine im Bacillus, schwer färbbar.

Thierimpfung. Am empfehlenswerthesten zu diagnostischen Impfungen bei Milzbrand sind Mäuse, Meerschweinchen und Kaninchen. Am empfänglichsten sind Mäuse. Kaninchen sind am wenigsten empfänglich und können bei abgeschwächtem Milzbrand mit dem Leben davonkommen.

Am besten ist es, verschiedene Thierarten, besonders aber Mäuse, auf verschiedene Weise cutan und subcutan mit verschiedenen Dosen Materialsuspension zu impfen. Hat man sehr unreines Material, in welchem man den Bacillus des malignen Oedems vermuthet, so impfe man nach dem Vorgange von *Rob. Koch,* indem man bei einer Maus das Ohr oberflächlich ritzt und die leichten Wunden mit dem Impfstoff einreibt.

Mäuse und Meerschweinchen pflegen bei einigermassen virulentem Material regelmässig innerhalb 24—48 Stunden zu sterben. Bei Kaninchen zieht sich die Krankheit oft länger hin. Bei der Obduction (welche schnell nach dem Tode ausgeführt werden soll, um reine Bilder zu erhalten, ohne durch in der Leiche wuchernde Saprophyten gestört zu werden) findet man je nach der Länge der Erkrankung des Thieres mehr oder weniger ausgedehnte Oedeme, in den inneren Organen öfters Hämorrhagien, die Milz geschwollen, das Herzblut schwarzroth, dickflüssig oder klumpig geronnen.

Im Oedem der Impfstelle sind die Bacillen meist sehr reichlich, ebenso im Blut (wo sie sub finem vitae auftreten). Beste Färbung mit *Löffler's* Methylenblau (rosa bis violette Kapseln um dunkelblaue deutlich segmentirte, an den Enden aufgetriebene und gedellte Bacillen). Die Bacillen sind bei Färbung nach *Gram-Weigert* und *Claudius* besonders deutlich und dunkelschwarzblau gefärbt. Da die Bacillen überall im Blut wimmeln, sind sie auf Schnitten (Färbung mit Pikrocarmin *Gram-Weigert* oder nach *Claudius*) zahlreich in den Capillaren nachzuweisen, besonders zahlreich in Lungen, Leber und Milz.

Differentialdiagnostisch kommt, namentlich bei der Hadernkrankheit, in Betracht der Bacillus des malignen Oedems, welcher aber

streng anaërob und beweglich ist, ausserdem abgerundete Ecken besitzt. Die Stäbchen selbst sind feiner als der Milzbrandbacillus und bilden oft längere Scheinfäden. Er wird nicht immer sicher nach *Gram* gefärbt, aber nach *Claudius*. Mäuse und Meerschweinchen sind ausserordentlich empfänglich, etwas weniger die Kaninchen. Die Infection haftet aber nicht bei oberflächlichen, sondern nur bei tieferen subcutanen bis intramusculären Verletzungen. Culturen sind nur unter streng anaëroben Bedingungen zu erzielen. Nach dem Tode von Thieren wachsen die Bacillen des malignen Oedems aus dem Darm (in welchem sie sich häufig finden) in das Blut hinein und vermehren sich darin bei etwas höherer Temperatur rapide, besonders bei an Milzbrand gestorbenen Thieren.

Auf Agar- und Serumplatten begegnet man mitunter milzbrandähnlichen Colonien von Saprophyten, welche aber bei weiterer Verimpfung in anderen Culturen bedeutende Abweichungen zeigen (z. B. in Bouillon Häutchenbildung).

Nachweis des sogenannten Micrococcus catarrhalis.

Im Lungenauswurf kommen nicht selten, in gewissen Fällen geradezu in Reincultur gewisse grosse Kokken vor, welche von *R. Pfeiffer* als Micrococcus catarrhalis bezeichnet wurden (beschrieben von *Frosch* und *Kolle* in *Flügge,* Mikroorganismen, II, 1896, pag. 154) und wahrscheinlich mit den von *Otto Seiffert* (Samml. klin. Vortr., Nr. 240) schon 1884 bei einer Influenzaepidemie beschriebenen identisch sind.

Zum Ausstrich eignet sich nach meinen Erfahrungen am besten Färbung nach der modificirten *Pick-Jacobson*'schen Methode, ferner nach *Löffler,* mit Boraxmethylenblau und nach *Gram-Weigert's* Carbolglycerinfuchsin. Nach letzterer Methode sind die Kokken theils schwarz, öfters aber roth. Nach *Gram* werden sie vollständig entfärbt. *Seiffert* fand die Kokken ausser in dem Auswurf auch in dem Nasensecret.

Bei acuten Fällen liegen die Kokken in dem zähen, zu Fäden ausgestrichenen zellarmen, aber meist ungemein fibrinreichen Schleim eingebettet, oft recht zahlreich; bei chronischen Fällen und gegen Ende der Erkrankung werden die Zellen zahlreicher und die Kokken liegen dann auch in Zellen, was besonders schön durch die *Pick-Jacobson*'sche Färbung sichtbar gemacht wird. Die Kokken liegen meist als Diplokokken, sind grösser als Staphylokokken und ähneln durch ihr morphologisches Verhalten, ihre Entfärbbarkeit nach *Gram* und ihre Lagerung in Zellen den Gonokokken (Fig. 114).

Zur Isolirung eignen sich nach meinen Erfahrungen am besten Serumplatten, auf denen sich bis 2 Mm. grosse gewölbte graugelbliche Colonien bilden. *Frosch* und *Kolle* empfehlen zu gleichem Zwecke Blutagar, auf welchem die Kokken zu weisslichen undurchsichtigen Colonien auswachsen. Gutes Wachsthum sah ich auch auf Glycerinagar mit Bildung von grauweisslichen schleimigen, durchscheinenden Colonien.

Von den Colonien wird abgeimpft auf 1. Blutserum zur Erhaltung der Art, 2. auf Glycerinagar (durchscheinende grauweissliche, im durchfallenden Licht gelbbräunliche Beläge im Gegensatz zu den dunkleren

mehr undurchsichtigen und stärker granulirten Staphylokokken, von denen Aureus und Citreus sich schon durch Farbstoffbildung unterscheiden), 3. auf Gelatine im Stich (im Gegensatz zu Staphylokokken keine Verflüssigung, sondern langsames, ziemlich zartes gelbgraues bis gelbbräunliches Wachsthum im Stich mit flacher durchscheinender muschelartiger Auflagerung). Gonokokken kommen ja im Auswurf nicht in Frage und von Staphylokokken unterscheiden sie sich ausserdem mikroskopisch durch ihre Grösse, Gestalt, Lagerung und Entfärbung nach *Gram*.

Bei gewissen Fällen von schwerer „Grippe" treten diese Kokken fast als Reincultur und ohne Influenzabacillen anscheinend als die einzigen Erreger auf. Ein gehäuftes Vorkommen solcher Fälle, welche zum Theil deutlich contagiös erschienen, habe ich im letzten Winter zu beobachten Gelegenheit gehabt. Nach den dabei von mir und Dr. *Urbahn*

Fig. 114.



Ausstrichpräparat aus Bronchialsputum bei katarrhalischer Bronchitis. (Präparat von Prof. *Kolle*.) Färbung mit verdünntem Carbolfuchsin. Vergr. 1 : 1000.

in unserem Laboratorium gemachten Erfahrungen bin ich jetzt zu der Auffassung gekommen, dass der Microc. catarrhalis eine eigene Art darstellen dürfte, die mit dem Gonococcus und Meningococcus in eine Gruppe zusammengehört, von welcher der Gonococcus die zarteste, der Microc. catarrhalis die derbste Form repräsentirt. Ich befinde mich hierbei in voller Uebereinstimmung mit *A. Ghon* und *H. Pfeiffer*, denen wir die ausführlichste Arbeit über den Microc. catarrhalis verdanken, welche mir jedoch leider erst bei der Correctur zugänglich wurde (Ztschr. f. klin. Med., Bd. XLIV, 1902, pag. 262—281; Klin. Theil von *Hans Sederl* ibidem pag. 281—295). Sie betonen für die Differentialdiagnose:

Beim Microc. meningitidis cerebrospinalis: saftigere, im durchfallenden und auffallenden Licht mehr grau erscheinende Colonien mit gleichmässig feinerer Granulirung; gleichmässig zarteres Wachsthum

auf allen Nährböden; keine Entwicklung unter 20°; geringere Lebensfähigkeit und kleinere Formen.

Beim Micrococcus catarrhalis: Mehr weissgraue Colonien mit mörtelartiger Consistenz, grober Granulirung und mit wie „angefressen" aussehendem Rande; üppigeres Wachsthum auf allen Nährböden; Wachsthum unter 20° C.; grössere Lebensfähigkeit und grössere Formen der Einzelindividuen (l. c. pag. 275—276).

Zu erwähnen wäre noch, dass *Petruschky* den Microc. (von ihm Diplococcus genannt) catarrhalis bei einem Falle von Typhus abdominalis, welcher mit Pneumonie complicirt war, nicht nur in den infiltrirten Lungentheilen, sondern in allen Organen der Leiche nachweisen konnte (in der Milz zusammen mit dem Typhusbacillus; in Leber und Niere sowie im Blute allein) (Ztschr. f. Hyg., Bd. XXXVI, 1901, pag. 154).

Für Thiere ist der Microc. catarrhalis wenig oder nur in grösseren Dosen (über $1/2$ oder 1 Agarcultur) pathogen, am besten noch bei intraperitonealer Impfung. Für die Diagnose kommt der Thierversuch nicht in Betracht.

Sputum bei Lungengangrän, Bronchiektasie, putrider Bronchitis und perforirtem Empyem.

Eine besondere Beachtung verdienen die Sputa bei Lungengangrän, Bronchiektasie, putrider Bronchitis und perforirtem Empyem.

Fast alle diese Sputa sind ausserordentlich bakterienreich, enthalten viel zersetztes Blut und tragen einen jauchigen Charakter, d. h. sind missfärbig, ohne Zellen (da diese zugrunde gehen) und mehr oder weniger übelriechend.

Bei der Färbung leistet die Färbung mit *Gram-Weigert*-Carbolglycerinfuchsin die besten Dienste, da oft durch sie in das scheinbar unentwirrbare Chaos von Bakterienformen eine deutliche Scheidung in roth und schwarz gefärbte Formen erzielt wird. Beim Ausstrich empfiehlt sich, das Material im Wassertropfen verdünnt auszustreichen, da die Bilder so klarer werden.

Zur Züchtung sind alle möglichen verschiedenen Nährböden, namentlich aber Serumplatten, Blutagar, Glycerinagar heranzuziehen, ferner Vorcultur in Bouillon und anaërobe Methoden.

Bei Lungengangrän untersucht man am besten die „*Dittrich*schen Pfröpfe".

Da die Processe meist auf dem Boden einer Influenzapneumonie oder Bronchitis, Pneumonie, Bronchopneumonie etc. entstanden sind, kann man nicht selten zunächst Influenzabacillen, Pneumokokken und Streptokokken mit Sicherheit nachweisen. Ein fast in allen Fällen (besonders aber bei Lungengangrän nie fehlender, sondern sehr reichlich) vorhandener Gast ist der Bacillus fusiformis nebst obligater Spirillenbegleitung (cf. Angina ulcerosa unter Rachensecret). Nicht selten findet man ausserdem das Bacterium coli, wohl auch (nach Typhus) den Typhusbacillus, den Bacillus pseudotuberculosis, den Bacillus pyogenes foetidus, Bacillus Friedländer, Bacillus lactis aërogenes und ähnliche Kapselbacillen. Nicht selten ist der Bacillus pyocyaneus, durch Bildung des

grünen Farbstoffes und aromatischen Geruch auffallend. Von verschiedenen Autoren sind ferner, namentlich bei Lungengangrän, Pseudodiphtheriebacillen beschrieben worden. Auch echte Diphtheriebacillen können sich ausnahmsweise finden, wenn Diphtherie der Bronchien voraufging. Ausserdem finden sich (bei Lungenabscess fast in Reincultur) Staphylokokken, von denen der Aureus sofort durch goldgelbe Farbe der Colonien auffällt. Von *A. Fraenkel,* dann von *Pappenheim* wurden bei Lungengangrän säurefeste Bacillen beschrieben, welche zu Verwechslungen mit Tuberkelbacillen führen können. Ihre Reinzüchtung gelang (cf. Tuberkelbacillen).

In Lungengangrän kommt ferner der Proteus vulgaris vor. Es ist ein schlanker, nach *Gram* entfärbter, ungemein vermehrungsfähiger Bacillus ohne Sporenbildung, welcher auf festen Nährboden wandernde und schwärmende Colonien mit den zierlichsten Ausläufern bildet. Er erzeugt stinkende Fäulnis unter Verflüssigung von Gelatine, Blutserum und Fleisch, welche enorm rasch fortschreitet und sehr toxisch wirkende Producte ergiebt. Zum Nachweis rathe ich in die Mitte einer erstarrten Gelatineplatte ein kleines Tröpfchen der verdächtigen Flüssigkeit oder Cultur zu bringen. Bei 23° wandern auf der Oberfläche schon in wenig Stunden die Proteuscolonien, sich schwärmend in den zierlichsten Arabesken vorschiebend, über die Oberfläche der Gelatine fort. Man muss bei der Beobachtung aber aufpassen, denn die Proteuswucherung ist ungemein zart, hauchartig die klare Gelatine beschlagend, daher nur bei schräger Beleuchtung deutlich sichtbar. Mitunter ist die Wucherung schon fast an dem Rande der Platte angelangt, ohne dass der Unkundige überhaupt etwas Verdächtiges bemerkt. Klatschpräparate geben sofort Aufschluss. Werden sie vom Rande der Wucherung angefertigt und mit verdünntem Carbolglycerinfuchsin gefärbt, so geben sie ungemein zierliche und charakteristische Bilder der schleifen- und ringförmig sich vorschiebenden Colonien. Der Wucherung folgt Erweichung und Verflüssigung auf dem Fusse, so dass man nicht lange Zeit zum Warten hat, da in 24 Stunden schon die Platte verflüssigt sein kann. Das Wachsthum lässt sich direct unter dem Mikroskop bei schwacher Vergrösserung messen. Auch auf der Serumplatte wuchert der Proteus sehr rasch unter flacher oberflächlicher Verflüchtigung.

Durch seine enorme Wucherungsfähigkeit und Verflüssigungskraft ist der Protens vulgaris eine sehr unangenehme Complication bei den Culturversuchen, wo er sich neben anderen Arten vorfindet, weil er diese überwuchert.

Neben dem Proteus vulgaris kann auch der Proteus Zenkeri vorkommen, welcher ebenfalls sehr schnell zierliche Arabeskenwucherungen auf Gelatineplatten erzeugt, aber zum Unterschiede von Proteus vulgaris niemals verflüssigt, auch stets längere Fadenfiguren bildet.

Bei perforirtem Empyem ist namentlich auf Streptokokken, Typhusbacillen, Bacillus fusiformis und anaërobe Arten zu achten.* Gelegentlich kann auch der Bacillus der Schaumorgane oder Gasgangrän, Bacillus emphysematosus von *Eugen Fraenkel* zur Beobachtung kommen. Es sind streng anaërobe plumpe grosse, an den Enden abgerundete Stäbchen, welche nach *Gram* gefärbt bleiben. Er lässt sich durch anaerobe Me-

* *Veillon* und seine Schüler.

thoden isoliren, bildet auf Zuckeragar reichlich Gas. Er erzeugt in der Leiche beim Liegen das Bild der sogenannten Schaumorgane, d. h. die Organe werden durch zahllose kleine Gasbläschen schaumig durchlöchert, namentlich Leber, Niere, Lunge. Es entsteht dabei ein knisterndes Emphysem.

Diagnostische Verwerthung der bakteriologischen Sputumbefunde.

Auf die diagnostische Verwerthung der bakteriologischen Sputumbefunde ist überall bei den einzelnen Mikroorganismen hingewiesen worden. Es sei hier nochmals hervorgehoben, dass bakteriologische Untersuchung und klinische Beobachtung sich ergänzen müssen. Durch auffallende Incongruenzen zwischen beiden wird man zu erneuten und erweiterten Untersuchungen veranlasst werden.

Die Sputumuntersuchung hat naturgemäss ihre Grenzen darin, dass die Lunge ein reichverzweigter Bau ist, aus dessen einzelnen erkrankten Theilen der Auswurf nicht gleichmässig herausbefördert wird, so dass verschiedene Untersuchungen mitunter verschiedene Resultate geben können. Haupterfordernis ist, frisches Material frisch zu verarbeiten, da sonst durch Wucherung schnellwachsender Arten das Bild total verändert werden kann. Dass saubere sterile Instrumente, Gefässe, Deckgläser und Objectträger nothwendig sind, braucht nicht erst betont zu werden. Durch alte schon benutzte, nicht genügend gereinigte Objectträger und Deckgläser können z. B. Tuberkelbacillen gefunden werden, wo keine vorhanden sind. Irrthümer sind auch möglich durch Ueberwucherung von verunreinigten Platten. Hier hilft nur Erfahrung und Uebung. Man sorge z. B., dass die Agarnährböden vor Beimpfen bei 50° im Thermostat kurze Zeit gut getrocknet werden, damit die Colonien auf der Oberfläche nicht zusammenlaufen.

Der Mischinfection ist die grösste Aufmerksamkeit zu schenken.

Sehr wichtig ist namentlich die Untersuchung des Auswurfs für die Frühdiagnose der Tuberkulose. Man soll nie vergessen, dass, je früher ein Fall in richtige Behandlung kommt, er um so mehr Chancen für die Heilung darbietet.

B. Rachensecret.

Gewinnung des Secrets bei Angina und Diphtherie.

Nachweis von Diphtherie- und Pseudodiphtheriebacillen.

Neben der Untersuchung des Auswurfs auf Tuberkelbacillen stellt die Untersuchung des Rachensecretes auf Diphtheriebacillen eine der wichtigsten und alltäglichsten Aufgaben der bakteriologischen Laboratorien dar. Zur Gewinnung des Secretes bedient man sich steriler Tupfer, mit denen die Mandeln und andere afficirte Stellen des Mundes und Rachens abgestrichen werden.

In einem starkwandigen Reagensglase ist im Kork innen ein starker Draht eingesteckt, welcher am unteren Ende einen kleinen Wattetupfer trägt. Diese Vorrichtung wird trocken bei 160° C. sterilisirt

und mit beifolgendem Zettel zum Ausfüllen versehen in einem ausgebohrten Holzklötzchen mit Drehdeckel in einer Enveloppe verschlossen in den Apotheken der Stadt auf ärztliches Verlangen gratis abgegeben. Die Enveloppe ist bereits an das Laboratorium adressirt und wird durch Boten oder (weniger gut) per Post an das Laboratorium zurückgeliefert, nachdem der Arzt mit dem Tupfer die erkrankten Partien abgestrichen, den Tupfer wieder in die Röhre gesteckt und den Begleitschein (cf. das Formular für Sputumuntersuchungen) ausgefüllt.

Hat man keine Tupferröhren zur Verfügung, so kann man sich helfen, indem man eine Pincette mit steriler Watte umwickelt oder indem man einen langen, aus Holz geschnitzten Span, dessen oberes Ende als Griff vorragt, in einem Reagenzgläschen mit etwas Wasser und Watteverschluss über der Flamme durch Aufkochen sterilisirt. Membranen können auch mit der Pincette abgenommen werden und zwischen 2 abgeglühten Uhrgläsern, durch um deren Rand geklebte Heftpflasterstreifen vor Verdunstung geschützt, eingesandt werden.

Im Laboratorium wird zunächst der Fall im Journal notirt, dann ein Ausstrich mit dem Tupfer auf einer Serumplatte* und sofort darnach auf einem Objectträger gemacht. Die Serumplatte kommt in den Brutschrank bis 37°. Das Präparat wird nach *Gram-Weigert*-Carbolglycerinfuchsin gefärbt.

Mit Membranen wird in ganz analoger Weise verfahren. Man thut aber gut, dieselben durch Waschen nach Art des Sputums von anhängenden Verunreinigungen zu befreien. Sind die Tupfer oder Membranen eingetrocknet, so weicht man dieselben mit steriler Bouillon oder dem Condenswasser aus Blutserum oder Agarröhrchen auf und verfährt im übrigen wie mit frischem Material.

Hat man keine Blutserumplatten, so kann man in 3 Blutserumröhrchen hintereinander mit der inficirten Platinöse Abstriche machen. In den Röhrchen ist aber die Erkennung der Colonien viel schwieriger, die Anwendung des orientirenden Klatschpräparates unmöglich. Die Diagnose ist daher viel unsicherer.

Sicher ist die Diagnose auch auf Serumagar, welches durch Vermischen von 1 Theil Serum mit 3 Theilen verflüssigten und abgekühlten Zuckeragar hergestellt wird *(Heim)*.

Aber alle diese und noch andere als Ersatz empfohlene Nährböden vermögen die undurchsichtig erstarrten *Löffler*'schen Serumplatten nicht zu ersetzen.

Der Befund im Ausstrich ist sehr mannigfaltig. Mitunter fast keimarm, ist in anderen Fällen, namentlich bei sogenannter brandiger Diphtherie, das Gesichtsfeld übersät von Bakterien. Die genannte Färbung liefert gute Unterscheidungsmerkmale, indem ein Theil der Bakterien nach *Gram-Weigert*, also schwarz, der andere entfärbt, also roth ist. Die Diphtheriebacillen bleiben, sofern es sich nicht um alte Individuen handelt, schwarz gefärbt.

Die von *Koch* und *Klebs* zuerst gesehenen, von *Löffler* zuerst gezüchteten Diphtheriebacillen erscheinen dabei in verschiedenen Formen, welche man nach dem Vorgange

---

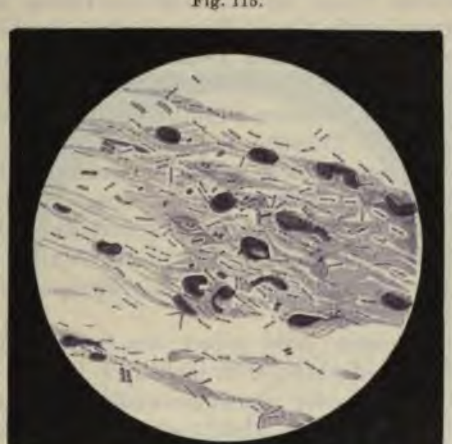
* Das *Löffler*'sche Serum hat sich allen übrigen angegebenen Nährböden überlegen gezeigt. Ich bevorzuge die Serumplatten vor den Serumröhrchen, weil sie eine grössere Untersuchungsfläche liefern, bessern Ausstrich und die Anwendung der Klatschpräparate gestatten, welche vorzügliche Uebersichtsbilder liefern.

der Franzosen in kurze, mittlere und lange unterscheiden kann. Die kleinsten sind mitunter fast kokkenartig 2 μ lang, 0,8 μ breit, nicht selten parallel gelagert, die mittleren 3—4, die langen 4—5 μ lang bei ungefähr gleich grosser Dicke. Die Diphtheriebacillen sind häufig leicht gebogen und die kürzeren Formen oft nach einem Ende verjüngt, die längeren sind nicht selten an den Enden kolbenartig verdickt. Selten kommen im Ausstrich auch verzweigte Diphtheriebacillen vor.

In einigen Fällen sind die Diphtheriebacillen im Ausstrich so reichlich, dass man bereits aus dem mikroskopischen Bilde mit grösster Wahrscheinlichkeit die Diagnose Diphtherie stellen kann. Man soll dies aber principiell nicht thun, sondern in jedem Falle wenigstens den Ausfall des Culturversuchs abwarten. Doch ist der Arzt von dem Befund sofort entsprechend zu verständigen.

In anderen Fällen, selbst in schweren Fällen mit ausgebreiteter Membranbildung, sind die Diphtheriebacillen ganz vereinzelt oder mikroskopisch anscheinend fehlend.

Fig. 115.



Deckglasausstrich aus Diphtheriemembran, gefärbt nach *Roux*. Vergr. 1 : 1000.

Durch die Färbbarkeit nach *Gram-Weigert* sind in den wie oben mit *Gram-Weigert*-Carbolglycerinfuchsin gefärbten Präparaten die Diphtheriebacillen oft schon sehr deutlich von anderen Bacillen, welche sich nach *Gram-Weigert* entfärben und also roth gefärbt erscheinen, unterschieden. Es muss hier aber daran erinnert werden, dass ältere Diphtheriebacillen ebenfalls entfärbt werden und sich umfärben.

Diese Färbung liefert viel distinctere übersichtlichere Bilder als die sonst übliche Färbung nach *Löffler* oder mit Carbolfuchsin. Empfehlenswerth für Ausstrichpräparate ist auch die *Roux*'sche Färbung (s. weiter unten). Zuweilen kann man durch positiven Ausfall der Färbung nach *Neisser* oder *Roux* schon im Abstrichpräparat die Diagnose höchst wahrscheinlich machen, besonders bei reichlichem Vorhandensein der Diphtheriebacillen. Bei der *Roux*'schen Färbung fallen die Diphtheriebacillen durch eine eigenthümliche Körnung, Segmentirung auf. Auch bei der Färbung mit Methylenblau, besonders aber bei der *Neisser*'schen Färbung, zeigen sie das Auftreten von stärker gefärbten Körnern, meist an den Enden des Bacillus (Fig. 115).

Ganz besondere Aufmerksamkeit ist hierbei dem von *Vincent* und *Bernheim* entdeckten Bacillus fusiformis zu schenken. Derselbe (cf. Angina ulcerosa, deren Erreger er ist) wird von Ungeübten vielfach mit Diphtheriebacillen verwechselt. Er ist aber an beiden Enden zugespitzt, mehr oder weniger gekrümmt und nach *Gram-Weigert* bald gefärbt, bald ungefärbt. Die Cultur auf der Serumplatte klärt den Irrthum auf. Uebrigens können auch Diphtheriebacillen mit B. fusiformis zusammen vorkommen. Auf letzteren wird man bereits aufmerksam, wenn im Ausstrich viele zarte Spirillen gefunden werden. Im übrigen werden im Ausstrich die verschiedenartigsten anderen Bakterienformen bei Diphtherie gefunden, namentlich Streptokokken, Pneumokokken, Staphylokokken etc.

Diagnostische Serumplatte.

Die Serumplatte kann bereits nach 4—6 Stunden bei 37° bei Untersuchung am selben Tage mit Aussicht auf Erfolg untersucht werden. Findet man in einem nach *Gram-Weigert* ohne Nachfärbung gefärbten Klatschpräparat reichlich in kleinen Anhäufungen, den Anfängen von Colonien zusammenliegende, nach *Gram-Weigert* gut schwarzblau gefärbte, morphologisch kurzen bis mittleren Diphtheriebacillen entsprechende Stäbchen, so kann man mit grösster Wahrscheinlichkeit die Diagnose auf Diphtheriebacillen stellen. Doch wird die definitive Diagnose erst am nächsten Tag gestellt. Der Arzt soll sofort benachrichtigt werden; demselben wird aber eröffnet, dass für die definitive Diagnose erst die Untersuchung der Platte am nächsten Tage abgewartet wird. Die Serumplatte kommt nach Anfertigung des Klatschpräparates sofort in den Brutschrank bei 37° zurück.

Am nächsten Morgen wird sofort die Serumplatte wieder vorgenommen (bei mehreren diphtherieverdächtigen Fällen nach der Reihenfolge der Journalnummer oder ausnahmsweise nach der Dringlichkeit). Zunächst wird die Platte nach Abnehmen des Deckels im auffallenden Licht unter mehrfachen Drehungen betrachtet und nach verdächtigen Colonien gesehen. Dieselben präsentiren sich auf der Serumplatte als graugelbliche, leicht erhabene Tröpfchen von $^1/_2$—1 Mm. Grösse, die beim Grösserwerden (selten über 2 Mm. Grösse) in der Mitte oft ein Knöpfchen und dabei dann einen gelappten und wohl sectorartig getheilten Rand aufweisen. Vielfach sind bei reichlich vorhandenen Diphtheriebacillencolonien diese zu einem gelbgrauen, etwas körnigen Rasen zusammengeflossen.

Von den verdächtigen Stellen werden zunächst Klatschpräparate angefertigt und nach *Gram-Weigert* gefärbt. Die Diphtheriebacillen sind jetzt meist viel länger als am vorigen Tage und zeigen häufiger die schlanken Formen der langen Diphtheriebacillen mit ihren keulenförmigen Endanschwellungen, doch findet man auch häufig lange, an den Enden zugespitzte Formen. Vielfach ist die Färbung nach *Gram-Weigert* lückenhaft, indem sich Stücke aus zusammengelagerten Diphtheriebacillen nicht färben. Das Centrum der Colonien ist, wie dies ja meist bei Klatschpräparaten der Fall ist, unfärbbar und wird vielfach beim Abspülen des Präparaten mit ausgeschwemmt.

Sind verdächtige Bacillen gefunden, so sucht man womöglich von einer einzelnen Colonie abzuimpfen und fertigt von mehreren Colonien,

z. B. 6 in je 1 Wassertropfen auf einem einzigen Objectträger Ausstrichpräparate an. Zur Färbung genügt verdünntes Carbolglycerinfuchsin oder *Löffler's* Methylenblau. Die verdächtig befundenen Colonien werden zur Isolirung benutzt. Ausserdem wird mit ihnen die *Neisser*'sche Färbung angestellt. Dieselbe besteht in kurzer Färbung in essigsaurem Methylenblau (conc. alkoh. Methylenblau 20,0, Aq. dest. 950,0, Acid. acet. gluc. 50,0), Abspülen in Wasser und kurzer Nachfärbung mit Vesuvin (Vesuvin 2,0, Aq. dest. kochend 1000,0, Lösen, Filtriren). *Neisser* schrieb für die Färbung 1—3 Secunden, für die Nachfärbung 3—5 Secunden vor, doch muss man diese Zeit für beide Proceduren meist etwas verlängern, 8—10 Secunden.

Andere ziehen zu gleichem Zwecke die *Roux*'sche Färbung vor. Die Originalvorschrift, welche in Deutschland kaum bekannt geworden ist, lautet:

„Au lieu du bleu de *Löffler* nous employons un bleu composé de violet dahlia et de vert de méthyle. On mélange une partie d'une solution aqueuse à 1% de violet

Fig. 116.



Diphtheriebacillen von Serumplatte. Färbung nach *Gram-Weigert*. Vergr. 1 : 1000.

à trois parties d'une solution aqueuse de vert à 1% et on ajoute assez d'eau pour avoir une belle teinte bleue, pas trop foncée. Cette liqueur se conserve limpide pendant très longtemps, elle ne donne pas de précipité. Il suffit de mettre sur la lamelle à examiner une goutte de ce bleu, d'appliquer celle-ci presque aussitôt sur la lame porte-objet, en essuyant l'excès de matière colorante. Sous le microscope, on voit que parmi tous les bacilles des fausses membranes, ce sont les bacilles spécifiques qui se colorent le plus vite et avec le plus d'intensité."

E. Roux et *A. Yersin*, Ann. de l'Institut Pasteur, IV, 1890, pag. 387, Anm. 1. Die Mischung ist unter dem Namen „Bleu composé de *Roux*" oder „Bleu de *Roux*" bei den Franzosen zur Färbung bei Diphtherie sehr beliebt.

In einem gelungenen Präparate zeigen sich leicht ovale und etwas dickere, schwarzblau gefärbte Körnchen in schlanken, gelb bis gelbbraun gefärbten Stäbchen. Diese Körnerbildung findet sich sicher nur auf *Löffler*'schem Serum bei 34—38° (*Neisser* gab 34—35° an), wenn die Culturen nicht unter 9 und nicht über 20—24 Stunden alt sind.

Bei positiver *Neisser*'scher Färbung kann man, wenn die übrigen Merkmale soweit stimmten, bei Rachendiphtherie (für Nase und Auge gelten Ausnahmen, s. d.) die Diagnose Diphtheriebacillen für gewöhnlich nunmehr abschliessen (Fig. 116, 117, 118).

Werden auch am folgenden Tage nach Einlieferung des Materials auf der Serumplatte keine diphtherieverdächtigen Colonien aufgefunden, so wird dies als vorläufiger Bescheid dem Arzt mitgetheilt. Die Serumplatte kommt aber sofort wieder in den Brutofen bei 37° zurück und wird am nächsten Tage in gleicher Weise nochmals untersucht, da mitunter die Diphtheriebacillen erst spät in einzelnen Colonien auswachsen und daher nachweisbar werden. Dies ist namentlich der Fall, wenn der Patient vorher durch Gurgelungen mit Antisepticis, Pinselungen etc. behandelt war.

Werden auch bei der Untersuchung des zweiten Tages keine Diphtheriebacillen gefunden, so wird der Fall abgeschlossen, der nega-

Fig. 117.



Diphtheriebacillen von Serumplatte. Färbung nach *Neisser*. Vergr. 1 : 1000.

tive Befund dem Arzt mitgetheilt und bei Verdachtsmomenten, dass es sich doch um Diphtherie handeln könnte, eventuell eine neue Probe verlangt.

Die Diphtheriebacillen werden in einer ganzen Zahl von Fällen, welche mit der klinischen Diagnose Diphtherie eingeliefert werden, vermisst. Dies kann daran liegen, dass es sich gar nicht um echte Diphtherie handelt, sondern um äusserlich ähnliche Processe, wie Angina ulcerosa, Scharlachdiphtherie etc. Es kommt aber unzweifelhaft vor, dass die bakteriologische Untersuchung auch bei sicheren Diphtheriefällen einmal ausnahmsweise versagt. Das kann darauf beruhen, dass der Fall bereits mit Medicamenten und Antisepticis behandelt war, wodurch die Bacillen zeitweise vergiftet, resp. durch mit auf den Nährboden übertragenes Antisepticum im Wachsthum behindert werden. Es kann aber auch darauf beruhen, dass das Material nicht von der richtigen Stelle entnommen oder nicht mit richtiger Stelle des Tupfers

ausgestrichen oder am Tupfer vertrocknet und dadurch unbrauchbar geworden war. Man wird daher in allen Fällen, wo ein negativer bakteriologischer Befund einer klinisch sicheren Diagnose widerspricht, noch eine oder mehrere bakteriologische Untersuchungen anstellen müssen.

In der Reconvalescenz schwinden die Diphtheriebacillen oft rasch aus dem Rachen etc., es giebt aber wohlbeobachtete Fälle, in welchen sie noch monatelang nachweisbar waren. Daher sind Reconvalescenten vor der Entlassung auf Vorhandensein oder Fehlen von Diphtheriebacillen zu prüfen, ebenso auch die Umgebung von Diphtheriekranken, da auch diese oft bei anscheinender voller Gesundheit virulente Diphtheriebacillen im Munde beherbergen.

Differentialdiagnose.

Die Diagnose der Diphtheriebacillen wird erschwert durch das Vorkommen gewisser ähnlicher Arten, welche man allgemein unter

Fig. 118.



Diphtheriebacillen von Serumplatte. Färbung nach *Roux*. Vergr. 1 : 1000.

dem Namen „Pseudodiphtheriebacillen" zusammenfasst. Mit diesem Namen wird viel Unfug getrieben, da damit auch alles Mögliche bezeichnet wird, was mit dem Diphtheriebacillus überhaupt keine Aehnlichkeit besitzt. Von den Franzosen werden nach dem Vorgange von *Roux* und *Yersin* die Pseudodiphtheriebacillen mit den Diphtheriebacillen zusammengeworfen und als avirulente Formen derselben erklärt. Die deutsche Schule hält die Unterscheidung aber aufrecht. Auch ich muss mich derselben anschliessen. Nach meinen Erfahrungen unterscheide ich:

1. echten virulenten Diphtheriebacillus;
2. echten avirulenten Diphtheriebacillus;
3. Xerosebacillus;
4. den Pseudodiphtheriebacillus von *Hofmann v. Wellenhof*;

ausserdem den Bacillus septatus aus Smegma und verschiedene Pseudodiphtheriebacillen von Thieren (Ente, Kalb etc.).

Zur Unterscheidung muss man sich vor allem sichere Reinculturen von einer Colonie ausgehend verschaffen. Hierzu vertheilt man sich am besten Abstrich von einer Colonie oder verdächtigen Stelle der Platte mit der Impfnadel in einer geringen Menge Bouillon. Von dieser Suspension wird dann mit einer kleinen Oese strichförmig in Schlangenlinien auf eine neue Serumplatte und Glycerinagarplatte geimpft. Hierdurch gelingt es unschwer, isolirte Colonien zu erhalten.

Hier unterscheidet sich nun der Pseudodiphtheriebacillus (4.) bereits sehr deutlich durch stärkeres Wachsthum von den anderen (1.—3.), obwohl er bei der Züchtung selbst von dem Diphtheriebacillus überflügelt wird.

Er bildet auf Serumplatte stärker erhabene, häufig ebenfalls in der Mitte verdickte, gelblichweisse Colonien, welche beim Abimpfen sich mitunter schuppig abheben lassen. Beim Verrühren in Wassertropfen lässt er sich gleichmässig staubig zertheilen, während Diphtheriebacillencolonien eine krümlige, ungleichmässige Trübung geben. Auf der Glycerinagarplatte bilden sich gewölbt erhabene, weisse bis 2—3 Mm. grosse, an Hefecolonien erinnernde Colonien, mikroskopisch bräunlich und grob granulirt. Demgegenüber sind die Diphtheriebacillencolonien zart, erinnern an Streptokokkencolonien und bei schwacher Vergrösserung an Colonien von Pneumokokken mit dem dichteren Centrum und granulirter Randzone mit etwas zackigem Rand. Eine Verwechslung kann nur mit kurzen und mittleren, niemals mit langen Diphtheriebacillen vorkommen.

Die Pseudodiphtheriebacillen geben ferner im Gegensatz zu echten Diphtheriebacillen niemals die *Neisser*'sche Färbung, höchstens sind zerstreute Körner angedeutet. Die Einzelindividuen sind ausserdem kürzer im Verhältnis zur Breite 3:1 (während Diphtheriebacillen 4—5:1 sind, *Kurth*). Sie sind ferner für Meerschweinchen selbst in grossen Dosen avirulent. Im Zweifelsfall ist also die Thierimpfung zu machen.

Schwieriger ist die Unterscheidung von Xerosebacillen, welche auf der Conjunctiva und in der Nase vorkommen. Sie wachsen ebenfalls zart auf Serum und Glycerinagar, aber noch zarter und etwas langsamer, sterben daher auch schneller ab. Sie geben die *Neisser*'sche Färbung, haben auch die Wuchsformen der schlanken Diphtheriebacillen (mit den kurzen und mittleren sind sie gar nicht zu verwechseln), sie sind aber kleiner und zarter als die Diphtheriebacillen. Sie sind avirulent.

Die Xerosebacillen sind also einem avirulenten Diphtheriebacillus am ähnlichsten. Ich will die Möglichkeit nicht abstreiten, dass sie verkümmerte avirulente Diphtheriebacillen sein könnten.

Zur Differentialdiagnose kann man auch noch die Züchtung in Bouillon (M. Neisser) und in Lackmusmolke heranziehen. Der Diphtheriebacillus bildet deutlich Säure, der Pseudodiphtheriebacillus und der Xerosebacillus nicht.

Thierexperiment.

Die diagnostische Impfung mit diphtherieverdächtigem Material ist werthlos, wohl aber die Impfung zur Verification von gewonnenen Reinculturen zu empfehlen.

Am besten verfährt man hierbei, um auch schwache Virulenz nicht zu übersehen, indem man junge Meerschweinchen von circa 250 bis 350 Grm. Gewicht mit 2 Ccm. einer zweitägigen Reincultur in Bouillon bei 37° subcutan injicirt. Die Thiere sterben in 24 bis 72 Stunden mit Oedem an der Injectionsstelle, Temperatursteigerung, der dann Collaps folgt.

Typischer Obductionsbefund ist: Oedem an Injectionsstelle, seröse, oft hämorrhagisch gefärbte Ergüsse in Bauch- und Pleurahöhlen, hämorrhagische Entzündung der stark vergrösserten Nebennieren.

Die Bacillen lassen sich meist mikroskopisch und culturell im Oedem der Injectionsstelle nachweisen, durch Culturen (im Gegensatz zu früheren Anschauungen) mitunter gar nicht so selten auch im Herzblut und innern Organen, aber spärlich. Es kann indessen vorkommen, dass auch aus dem Oedem die Culturen misslingen, weil nur in den ersten Stunden nach der Impfung die Bacillen an der Impfstelle wuchern, dann aber durch Auflösung zugrunde gehen.

Bei weniger virulentem Material tritt der Tod später ein mit Oedem und mehr oder weniger typischem Befund. In anderen Fällen bilden sich Nekrosen an der Impfstelle oder das Thier stirbt nach einiger Zeit (2—3 Wochen) an Intoxication ohne Bacillenbefund.

Die Diphtheriebacillen kommen selten in Reincultur in den erkrankten Partien des Rachens vor, sondern meist zusammen mit anderen Bakterien, welche an sich ebenfalls Anginen, z. Th. auch mit membranöser Auflagerung, zu erzeugen vermögen. Im Folgenden soll eine Reihe derselben besprochen werden.

Die Scharlachdiphtherie und Streptokokkenangina.

Bei Scharlach kommt bekanntlich eine schwere Anginaform mit Belägen vor, welche ungemein an echte Diphtherie erinnert. Bei ihr werden fast ausschliesslich Streptokokken gefunden (Nachweis cf. Lungenauswurf), nicht selten aber untermischt mit Staphylokokken (s. o.). Diphtheriebacillen werden selten (in circa 2% der Fälle nach *Ranke*) gefunden. In diesem Falle ist die völlige Sicherung der Diagnose des virulenten Diphtheriebacillus durch die Meerschweinchenimpfung zu verlangen.

In einem grösseren Procentsatz der Fälle wird natürlich der Nachweis der Diphtheriebacillen gelingen, wenn, wie dies gelegentlich vorkommt, zu einer Scharlachepidemie eine Diphtherieepidemie hinzukommt.

Sehr wichtig ist ferner:

Die Angina ulcerosa.

Die Angina ulcerosa, welche mit der Stomatitis ulcerosa ätiologisch zusammengehört, ist ein Leiden, welches noch vielfach mit Diphtherie verwechselt wird. Es unterscheidet sich ausser durch mehr chronischen Verlauf schon dadurch klinisch, dass die Ulcerationen mit schmierigen, missfärbigen, oft sehr fest haftenden Belegen, meist einseitig sind, ausnahmsweise am Zäpfchen auftreten und sich durch einen scheusslichen Gestank auszeichnen.

Zur Unterscheidung von Diphtherie genügt für den Geübten bereits ein Ausstrichpräparat, welches aber in werthvoller Weise durch das (negative) Culturverfahren ergänzt wird. Zur Färbung des Ausstriches ist nach unseren reichen Erfahrungen (in Cöln ist die Angina ulcerosa von mir seit 1898 beobachtet und gar nicht selten, zeitweise sogar häufig) am besten die Färbung nach *Gram-Weigert*-Carbolglycerinfuchsin, bei der man überhaupt hierfür auf gar kein anderes Verfahren zu recurriren nöthig hat.

In reinen Fällen sieht man im Präparat eine Unzahl von schlanken, spitzigen oder nach Art der Vibrionen gekrümmten, wohl auch zu S-Formen zusammen gelagerten Bacillen mit mehr oder weniger scharf, mitunter nadelartig zugespitzten Enden. Dazwischen sind, mitunter sehr häufig, zarte Spirillen (Spirochaeten), welche in manchen Präparaten nesterartig mit den Enden verflochten sind. Dieses Zusammenvorkommen ist sehr charakteristisch. Ein reicher Gehalt an Spirillen in einem diphtherieverdächtigen Ausstrichpräparate spricht für Angina ulcerosa und macht den Untersucher auf die „Ulcerosabacillen" aufmerksam, welche bei oberflächlicher Betrachtung mit Diphtheriebacillen verwechselt werden könnten. Sie werden nach *Gram* entfärbt, behalten aber bei obengenannter Färbung nach *Gram-Weigert*-Carbolglycerinfuchsin vielfach z. Th. noch sehr deutlich die Farbe. In ihrem Innern sind (besonders bei Färbung mit Methylenblau und Carbolfuchsin) eigenthümliche Vacuolen von eiförmiger Gestalt wahrnehmbar.

Die Bacillen sind von *Bernheim* und *Vincent* zuerst präcis beschrieben. *Vincent* nannte sie Bacilles fusiformes, weshalb sie neuerdings vielfach als Bacillus fusiformis bezeichnet werden. Sie sind identisch mit dem von *Seitz* (Zeitschr. f. Hyg., Bd. XXX, 1899, pag. 47) beschriebenen Bacillus hastilis oder „Stinkbacillus".

Sie sind im menschlichen Körper bei pathologischen Processen namentlich putriden, jauchigen Charakters, weit verbreitet und werden daher dem Geübten überall bei den Untersuchungen begegnen, so bei jauchigen Abscessen, Lungengangrän, putrider Bronchitis, im Scheidensecret, bei Balanoposthitis etc. etc. Sie spielen dabei entschieden für das Zustandekommen dieser Processe eine grosse Rolle.

Auf künstlichen Nährböden bleibt fast ausnahmslos die Entwicklung aus. Doch sind mitunter (so von *Abel* und in unserem Laboratorium) Coloniebildungen des Bacillus fusiformis auf Blutserum, bisweilen auch auf Blutagar beobachtet. Die Colonien liessen sich aber nicht weiter fortzüchten. Durch das Ausbleiben des Wachsthums auf der Serumplatte bei im Ausstrich sehr reichlichem Befund von solchen den gekrümmten Diphtheriebacillen ähnlichen Stäbchen sind manche Untersucher überhaupt erst darauf aufmerksam geworden, dass es sich um etwas ganz Besonderes handelte.

Mischinfectionen mit Diphtherie kommen vor und sind in unserem Laboratorium mehrfach beobachtet. Unreine Mischculturen sind mehrfach erhalten worden in Bouillon, Serumbouillon, Ascitesflüssigkeit etc. (cf. die Arbeit von *Seitz* über den Bacillus hastilis). Die Culturflüssigkeit trübt sich, bildet in 2—3—10 Tagen Gasblasen und verbreitet einen ekelhaften Gestank nach Fettsäuren etc., gerade wie die ursprünglichen Affectionen im Rachen, der Eiter u. s. w. Diese unreinen Culturen lassen sich auch unter Umständen einige Generationen lang fortzüchten.

Es macht geradezu den Eindruck, als ob einzelne Stämme, welche übrigens auch wie die Diphtheriebacillen häufig untereinander gewisse morphologische Abweichungen zeigen, sich auch der Züchtung gegenüber verschieden schwierig verhielten.

Der weitverbreitete Erreger ist in Deutschland zu wenig bekannt und verdient wegen seiner Verbreitung und wahrscheinlich hochgradig deletären Eigenschaften besondere Aufmerksamkeit. Bei uns in Cöln ist er, wie gesagt, ein gar nicht seltenes Vorkommnis. Häufig ist er mit Streptokokken oder Pneumokokken oder Influenzabacillen vergesellschaftet.

Nachweis der Pneumokokken.

Die Pneumokokken finden sich ganz gewöhnlich bei der Untersuchung von Rachenabstrichen sowohl mikroskopisch als culturell. Im Rachen von ganz gesunden Personen können sie durch diagnostische Impfung von Mäusen und Kaninchen mit Aufschwemmung von Secret nachgewiesen werden. Bezüglich des Nachweises verweise ich auf das Capitel Lungenauswurf.

Es giebt aber ausserdem eine Angina, Laryngitis und Tracheïtis, die nur durch Pneumokokken hervorgerufen wird. Es handelt sich dabei meist um croupöse Entzündung mit abziehbaren und mitunter ausgehusteten weissen Pseudo-Membranen.

Nachweis der Pneumobacillen.

Auch eine durch Pneumobacillen, den Bacillus Friedlaender hervorgerufene Angina kommt vor. Sie ist von *Nicolle* (Ann. de l'Inst. Pasteur, XI, 1897, pag. 67) beschrieben und auch bei uns mehrfach beobachtet worden. Nachweis cf. Capitel über Lungenauswurf.

Nachweis anderer Bakterien.

Zu erwähnen ist, dass auch gelegentlich Tuberkelbacillen, säurefeste Bacillen, Bacillen des Ulcus molle von *Ducrey-Unna,* der Bacillus pyocyaneus, Proteus vulgaris, Bacillus coli, Typhusbacillen (bei Typhus abdominalis) und vor allem häufig die Staphylokokkenarten, ferner selten der Gonococcus im Rachensecret nachgewiesen werden können. Bezüglich ihres Nachweises muss auf die betreffenden Capitel verwiesen werden.

Nachweis von Influenzabacillen.

Influenzabacillen werden bei Influenza, aber auch bei anderen Affectionen ohne klinische Influenzaerscheinungen, mitunter gar nicht selten im Rachensecret beobachtet. Mitunter wird man darauf bei Diphtherieuntersuchungen im Klatschpräparat der Serumplatte durch den Befund von ganz feinen, nach *Gram* fast vollkommen entfärbten Stäbchen aufmerksam. Die Diagnose wird gesichert durch secundäre Culturen von den verdächtigen Stellen mit einer Oese aus einer Aufschwemmung desselben auf Blutagarplatte. Bezüglich der Identificirung cf. Lungenauswurf. Die morphologisch und tinctoriell ähnlichen Pyocyaneusbacillen

bilden (Var. β) auf der Serumplatte einen verwaschenen dunkelgrünen Fleck und auf Glycerinagarstrichculturen prachtvoll grünen Farbstoff, auf Gelatineplatten zarte durchscheinende wie kerbgeschnitzte geriffelte Colonien.

Nachweis des Soor.

Bei Soor finden sich im Ausstrich bei Färbung mit *Gram-Weigert*-Carbolglycerinfuchsin mehr oder weniger schwarzviolett gefärbte rundlich-ovale Zellen (Soorhefe, Oidien) und mitunter, aber nicht immer, schimmelpilzartige, zum Theil verzweigte Bruchstücke von Fäden (Soorfäden, Mycelien). Sehr schöne Präparate giebt die Färbung mit *Löffler*'schem Methylenblau.

Am einfachsten ist die Untersuchung des auf Soor zu untersuchenden Belages im frischen ungefärbten Präparat.

Zur Isolirung sind Serumplatten, Glycerinagar und namentlich Zuckeragarplatten zu empfehlen. Auf allen diesen Nährböden bildet der Soorpilz (Oidium albicans) reinweisse, porzellanartig glänzende gewölbte tröpfchenartige Colonien von 2—4 Mm. Durchmesser. Bei schwacher Vergrösserung sehen die Randpartien ganz grob blasig-granulirt aus, weil man schon die einzelnen Zellen erkennen kann. Mikroskopisch findet man in diesen Colonien nur hefeartige ovale Zellen, die auf trockenen Nährböden mitunter eine grosse Spore bilden. Die Mycelfäden treten dagegen in Stichculturen in den Ausläufern, welche vom Stichcanal seitlich abgehen, auf, so sehr schön in Gelatinestichculturen, welche voll entwickelt ein sehr zierliches Bild gewähren und auf der Oberfläche eine weisse erhabene Auflagerung zeigen. Die Gelatine wird nicht verflüssigt.

Der Soorpilz kann bekanntlich dicke Auflagerungen bilden, die auf den Schleimhäuten aufgelagert sind und durch das in die Schleimhaut hineinwuchernde Mycel die Schleimhaut zerstören. Diese Auflagerungen können sich bei decrepiden Kindern im Verlauf der acuten Exantheme von den Rachenorganen in mehrere Millimeter dicker Schicht durch den Oesophagus bis in den Magen hinein fortsetzen. Bei Durchbruch in Gefässe kann er ausnahmsweise auch Metastasen in innern Organen (Niere, Gehirn etc.) verursachen.

Man darf nicht vergessen, neben dem Soorpilz auf Diphtheriebacillen zu fahnden, die ich in mehreren Fällen beobachten konnte. Meist sind neben dem Soorpilz Streptokokken oder Pneumokokken nachzuweisen.

Seltener als der Soorpilz sind echte Hefen als Erreger von Anginen beobachtet. Sie unterscheiden sich durch die runde Gestalt, abweichende Sporulirung (auf Gypsblöcken oder Kartoffeln).

Nachweis des Diplococcus intracellularis.

Der als Erreger der Meningitis cerebrospinalis epidemica von *Weichselbaum* 1887 beschriebene, gewöhnlich als Meningococcus bezeichnete, dem Gonococcus sehr nahe stehende Diplococcus ist namentlich bei Meningitisepidemien auch im Nasenrachensecret gefunden worden. Es gebührt namentlich *Jaeger* das Verdienst, die ätio-

logische Bedeutung des Meningococcus bei epidemischer Genickstarre bestätigt und hervorgehoben zu haben.

Die Diagnose kann mit grosser Wahrscheinlichkeit bereits aus dem Ausstrich gestellt werden.

Zur Färbung eignet sich nach meinen Erfahrungen am besten die modificirte *Pick-Jacobson*'sche Methode. Bei richtiger Ausführung derselben erscheinen, namentlich wenn der Ausstrich vorsichtig mit einem Wassertropfen ausgeführt wurde, grossen Gonokokken auffallend ähnliche semmelförmige Diplokokken mit deutlichem Spalt und Kaffeebohnenform. Die Hälften sind wohl etwas mehr rundlich und weniger nierenförmig als bei Gonokokken. Sie liegen theils frei, theils zu mehreren intracellulär. Doch findet man für gewöhnlich die Zellen nie so vollgestopft mit den Kokken wie bei Gonorrhoe. Vielmehr sind in einer Zelle meist nur wenige Diplokokken, zum Theil mit deutlichem klaren, mitunter rosig gefärbtem Hofe zu sehen. Wie Gonokokken entfärben sie sich nach *Gram*, sind aber, wie es scheint, gegen Entfärbung etwas widerstandsfähiger als Gonokokken, bleiben daher mitunter nach *Gram-Weigert* noch deutlich gefärbt, ja auch bei Färbung nach *Gram-Weigert*-Carbolglycerinfuchsin, namentlich bei stark eiweissreichen Präparaten.

Culturen gelingen nur bei Bruttemperatur, und zwar am besten auf Serumplatten und Glycerinagar. Ich ziehe die Serumplatten nach meinen Erfahrungen bei Meningitis (Lumbalpunction, Meningealeiter bei Obduction) allem andern vor, da sie vielfach noch allein Culturen geben, wo Glycerinagar vollkommen versagt. Die auf Serumplatten gewachsenen Colonien lassen sich dann aber auf Glycerinagar weiter fortzüchten.

Auf Serumplatten bilden sich graugelbe, schleimig viscide erhabene, feuchtglänzende, tröpfchenartige Colonien von 1—2 Mm. Grösse, die mitunter noch weiter heranwachsen, falls sie isolirt liegen. Auf Glycerinagar sind die Colonien ähnlich, in der Durchsicht aber auffallend transparent und gelblich wie unedler, also nicht farbenglühender Opal. Sie unterscheiden sich dadurch von den dunkler braunen und bei schwacher Vergrösserung ziemlich grob granulirten Staphylokokkencolonien, mit denen sie mitunter untermischt liegen. Sie übertreffen die Streptokokken- und Pneumokokkencolonien bedeutend an Grösse und überragen sie auch durch ihre erhabene Wölbung.

Von den verdächtigen Colonien wird abgeimpft auf 1. Serumröhrchen (am besten zur Erhaltung des Stammes), 2. auf Gelatine im Stich (Unterscheidung von Staphylokokken, Streptokokken und Pneumokokken), 3. Glycerinagar (Unterscheidung von Staphylokokken), 4. Bouillon (schräg).

Differentialdiagnose.

Für die Differentialdiagnose kommen die Gonokokken kaum in Betracht, da Gonokokken im Rachensecret sehr selten, in Punctionsflüssigkeiten aus Rückenmark etc. nicht vorkommen.

Von letzteren unterscheidet sich der Diploc. intracellularis meist schon dadurch, dass die Kokken viel spärlicher an Zahl in je einer Zelle gelagert liegen, dass die einzelnen Doppelglieder mehr kugelig abgerundet, also bisquitförmig als doppelnierenförmig aussehen und

gegen die Entfärbung etwas resistenter sind, entsprechend ihrer ganzen viel robusteren Constitution.

Praktisch ist für die Differentialdiagnose der Culturversuch auf Blutserum und Glycerinagar.

Leicht ist die Unterscheidung von Staphylokokken. Die Staphylokokken fallen ja bereits im mikroskopischen Präparat durch ihr Korn, ihre Lagerung und ihre ungemeine Grambeständigkeit auf und sind dadurch zu unterscheiden, selbst wenn sie, was auch vorkommt, ausnahmsweise als Diplokokken in Zellen liegen. In den Culturen auf Platten unterscheidet sich der Aureus und Citreus sofort durch seine Farbe. Schwieriger ist die Unterscheidung des Albus. Hier helfen die von den Colonien gewonnenen secundären Culturen. Während der Diplococcus intracellularis auf Glycerinagar durchsichtige, aus Colonien zusammengeflossene Bänder von in der Durchsicht gelblicher Farbe oder gleichartige, bei schwacher Vergrösserung äusserst feinkörnige, fast homogene Colonien bildet, sind die Culturen des Albus viel opaker, in der Durchsicht mehr undurchsichtig, bei schwacher Vergrösserung fast schwarzbraun mit lichterem, grob granulirfem Rande. Zudem verflüssigt der Albus die Gelatine mehr oder weniger stark strumpfförmig mit körniger oder dichter Trübung und krümligem Bodensatz, während der Diplococcus intracellularis auf Gelatine im Stich ein zartes, körniges Wachsthum ohne Verflüssigung und eine zarte, muschelartige, transparente, gelbgrauliche Auflagerung bildet, falls es überhaupt zum Wachsthum kommt.

Von verschiedenen Seiten sind bei Meningitis Kokkenarten als Meningokokken beschrieben worden, welche mit dem echten Diplococcus intracellularis von *Weichselbaum* überhaupt nichts zu thun haben.

Es wäre zu wünschen, dass darauf in Zukunft mehr geachtet würde, da dadurch, dass verschiedene Untersucher verschiedene Arten als eine und dieselbe Art, nämlich den Diploc. intracellularis *Weichselbaum,* beschrieben, grosse Verwirrung in der Literatur angerichtet ist, weshalb Revision dringend erforderlich erscheint, wie sie von *Albrecht* und *Ghon* angebahnt wurde. (Ueber die Beziehungen zum Microc. catarrhalis, welcher dem Meningococcus sehr nahe steht und daher differentialdiagnostisch in Betracht kommt, cf. Lungenauswurf.)

Thierversuch.

Das Thierexperiment ist für gewöhnlich entbehrlich, da die meisten Thiere nicht empfänglich sind. Doch gelingt es, wie schon *Weichselbaum* (Fortschr. d. Med., 1887) feststellte, sowohl Mäuse als auch Meerschweinchen durch intraperitoneale Injection nicht zu kleiner Dosen von Culturen zu tödten, unter den Erscheinungen von Peritonitis. In dem mitunter reichlichen, schleimig-eitrigen Exsudat finden sich reichlich die Meningokokken zum Theil in Zellen wie beim Menschen.

C. Nasensecret.

Zur Untersuchung des Nasensecretes wird man sich nur im Nothfalle des durch Schneuzen entleerten Secretes bedienen, sondern es vorziehen, unter Hilfe des Nasenspeculums mit der Platinöse mit sterilisirter langer Pincette oder mit sterilisirten kleinen Sondentupfern das Secret womöglich von den nach dem makroskopischen Befund am meisten veränderten oder besonders verdächtigen Stellen zu nehmen. Dasselbe wird direct weiter verarbeitet oder wo es wegen der Menge angeht, vorher in bekannter Weise gewaschen.

Nachweis von Kapselbacillen bei Ozaena.

Bei der durch den bekannten Fötor ausgezeichneten „Ozaena" ist von *Abel* (Centralbl. f. Bakt., XIII, pag. 161 und Zeitschr. f. Hygiene, XXI, 1895) ein eigenthümlicher Kapselbacillus, der Bacillus mucosus Ozaenae, beschrieben, welcher dem Pneumobacillus nahe steht. Er findet sich nach *Abel* (l. c. pag. 150) in jedem Stadium des Processes stets in dem eigenartigen Secrete vor, scheint aber in die Schleimhaut nie einzudringen. Er finde sich bei keiner anderen Nasenaffection und schwinde mit dem Abheilen des Ozaenaeprocesses.

In unbehandelten typischen Fällen sind die Nasenhöhlen „austapezirt mit dicken Borken, unter welchen ein glasiger, mehr oder weniger grün gefärbter, zäher und etwas fadenziehender Schleim liegt". Ein Theil des Schleimes haftet den herausgenommenen Borken an. Er dient zur Herstellung der Präparate. In behandelten oder noch nicht weit vorgeschrittenen Fällen ist oft so wenig Secret vorhanden, dass es mit Oese oder Tupfer entnommen werden muss.

Für das Ausstrichpräparat genügt jede Färbung. Die Färbung nach *Gram-Weigert*-Carbolglycerinfuchsin dürfte wohl von Vortheil sein. Die Bacillen entfärben sich nach *Gram.*

Die *Abel*'schen Ozaenabacillen sind plumpe Stäbchen von circa 1,25 μ Breite und wechselnder Länge, bald kokkenartig kurz, bald 4—5mal so lang als der Durchmesser, mit abgerundeten Enden, häufig zu zweien oder in Kettchen von 4—8 Elementen zusammenliegend, mitunter auch in grösseren Haufen. Sie zeigen eine deutliche Kapsel, welche bei Färbung unter Erwärmen oder mit Carbolfuchsin, Anilinfuchsin, Anilinmethylviolett leicht tingirt den dunkel gefärbten Bacillus ausscheidet, sich auch nach den Kapselfärbungen von *Friedländer* und *Ribbert* darstellen lässt.

Die Zahl ist ungemein wechselnd.

Zur Cultur eignet sich am besten Agar bei 37°, auf welchem sich in 12—24 Stunden Colonien der Ozaenabacillen bis zu Linsengrösse entwickeln. Sie sehen „spermaähnlich" aus, sind zähschleimig, rutschen auf schräger Agarfläche nach unten und bilden dabei einen Schleimstreifen auf der Agaroberfläche. Die Culturen irisiren sehr stark im durchfallenden Licht.

Auf Gelatineplatten entwickelten sich langsamer, nämlich erst in 2—4 Tagen, knopfartige, etwas fadenziehende Colonien bis zu Linsengrösse.

Wurden nicht gleich auf Agar isolirte Colonien erhalten, so half secundäre Aussaat mit Suspension von den verdächtigen Stellen der Platte.

Thierversuch.

Am geeignetsten sind nach *Abel* weisse Mäuse. Nach Impfung mit ganz geringen Mengen sterben sie in 1—4 Tagen. Hauptbefund ist ein oft kolossal ausgebreitetes Infiltrat von der Impfstelle ausgehend und auch die Musculatur durchsetzend, ferner geschwollene Leistendrüsen und andere Drüsen, starke Milzschwellung; Bacillen sind im Infiltrat und in allen inneren Organen und im Blut in ungeheuren Massen vorhanden.

Differentialdiagnose.

Der Bacillus mucosus Ozaenae, der übrigens keinen Gestank erzeugt, gehört zur Gruppe des *Friedländer*'schen Bacillus. *Abel* hält ihn für eine besondere Art aus der Gruppe der Pneumobacillen. Er bildet nach *Abel* in den Culturen mehr flüssigschleimige Auflagerungen als der *Friedländer*'sche Bacillus. In Stichculturen erzeugt er daher nicht die typische Nagelkopfcultur, sondern breitet sich schleimig über die ganze Oberfläche und fliesst auf schrägen Nährböden (Agar und Gelatine) herab. In alten Gelatineculturen bildet sich fast nie Braunfärbung, auf Kartoffeln keine Gasbildung, wohl aber auch auf Agar und Gelatine, wenn auch in geringerem Masse. Mäuse erlagen bei subcutaner Impfung dem Ozaenabacillus stets, dem *Friedländer*'schen nie. Auch Meerschweinchen starben bei intraperitonealer Impfung stets, während *Friedländer* dabei nur die Hälfte der Thiere verlor. Auch soll der *Friedländer*'sche Bacillus eher kokkenartige Formen bilden.

Erreger des Rhinoscleroms.

Bei Rhinosclerom ist ebenfalls eine Kapselbacillenart beschrieben worden, deren Abgrenzung vom Bacillus *Friedländer* viel Schwierigkeiten verursacht hat.

Für den Ausstrich können die gewöhnlichen Färbungen und mit Vortheil die Färbung mit *Gram-Weigert*-Carbolglycerinfuchsin benutzt werden. Kapseln sind gut darstellbar, auch z. B. nach *Ribbert* färbbar. Zur Züchtung sind Serumplatten und Glycerinagarplatten zu empfehlen. Der Rhinosclerombacillus wächst enorm schnell. Nach 5 Stunden kann man schon grauweissliche schleimige Colonien haben (wie ich einer mündlichen Mittheilung *Max Askanazy's* verdanke), welche bis mehrere Millimeter gross werden können.

Von dem Bacillus *Friedländer* unterscheidet er sich dadurch, dass er sich nach *Gram* und namentlich nach *Gram-Weigert* viel weniger leicht entfärbt. Ferner sind seine Auflagerung und der Stich in Gelatineculturen nicht weiss und undurchsichtig wie beim Bacillus pneumoniae, sondern mehr grauweiss und durchscheinend. Er ist ferner gar nicht oder fast gar nicht thierpathogen.

Nachweis der Leprabacillen.

In Fällen von Lepra finden sich ziemlich oft Leprabacillen im Nasensecret. Die älteste Angabe darüber rührt wohl von der indischen Lepraenquête (Report of the Leprosy Commission in India, London 1893,

ref. *Baumgarten's* Jahresber. 1893, pag. 271) her, wobei aus dem Bericht des II. Laboratoriums (von *Canthak* und *Barclay*) hervorzuheben ist, dass sich auch ziemlich viel Bacillen im Nasenschleim fanden, wo die Nasenschleimhaut gesund zu sein schien (cit. nach *Baumgarten's* Jahresber. IX, 1893, pag. 272—273). Gleichlautende Angaben machte auch *J. Goldschmidt* (La lèpre, 56 pag. mit Tafeln, Paris 1894, cit. nach *Baumgarten's*, Jahresber. X, 1894, pag. 314). „Als eine primäre Erscheinung von grosser Wichtigkeit betrachtet er eine Eindickung des Nasensecretes, in welchem dazu die Bacillen zu finden sind, ohne dass bereits Geschwüre bestehen.“ Durch *Rob. Koch* (Klin. Jahresber. VI, 1897, Sep.-Abdr. pag. 8 u. 9) wurde dann auf die Häufigkeit der Ausscheidung von Leprabacillen im Auswurf und Nasensecret hingewiesen. *Sticker* (Münchner Med. Wochenschr., 1887, Nr. 39, pag. 1063 u. Arb. a. d. kais. Ges.-A., Bd. XVI) konnte diese Angaben gelegentlich der Untersuchungen der Pestcommission in Indien an einem grossen Materiale nachprüfen

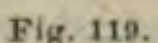


Fig. 119.



Leprabacillen im Nasensecret.
Nach einem Präparat von *Kolle* gezeichnet von *Landsberg*.

und fand bei 127 von 153 Leprakranken Leprabacillen im Nasensecret. Er meint, dass die Leprakranken durch die Nase weitaus den grössten Theil von allen von ihnen ausgeschiedenen Bacillen an die Umgebung ausscheiden. Er glaubt auch, dass in der Nase, und zwar meist auf dem Schleimhautüberzug des knorpeligen Theils des Septums der Primäraffect der Lepra in den meisten Fällen zu suchen ist. Zu ähnlichen Resultaten gelangte auch *Kolle* (Deutsche med. Wochenschr., 1899), der in Robben Island zahlreiche Lepröse untersuchte, allerdings über die Bedeutung der Geschwüre als der Primäraffecte sich mit Reserve ausdrückt.

Die Untersuchung ist einfach. Die Ausstrichpräparate, mit einer guten Tuberkelbacillenfärbemethode gefärbt, zeigen die Leprabacillen vereinzelt oder geradezu massenhaft, theils frei, theils in Zellen eingeschlossen. Häufig liegen sie in garbenförmigen oder cigarrenbündelähnlichen Anordnungen. Seltener finden sich sogenannte Globi, d. h. grosse Ballen und Kugeln, die nur aus Leprabacillen bestehen (Fig. 119).

Meist wird die Diagnose durch klinische Symptome der Lepra (meist L. tuberosa gestützt).

Gegenüber Tuberkelbacillen kommt höchstens das negativ ausfallende Thierexperiment in Frage (cf. Tuberkelbacillen). Züchtung der Leprabacillen ist noch nicht in allgemein anerkannter Weise gelungen.

Nachweis der Tuberkelbacillen.

Tuberkelbacillen sind in der Nase bei tuberculösen Geschwüren, aber auch bei anscheinend ganz gesunden Personen*, welche sich nur in der Umgebung tuberculöser Patienten aufhielten und dadurch Gelegenheit hatten, verstäubtes tuberculöses Sputum etc. einzuathmen, nachgewiesen.

Zum Nachweis der Tuberkelbacillen wird bei tuberculösen Geschwüren der Ausstrich und Färbung nach den bekannten Methoden genügen. Differentialdiagnostisch kommen in Betracht Leprabacillen, welche sich schon durch ihr meist sehr reichliches Vorkommen und ihre Lagerung in garben- oder cigarrenähnlichen Bündeln, sowie in Zellen unterscheiden (cf. auch Leprabacillen), ausserdem noch säurefeste Bacillen (cf. Tuberculose). In dubio muss stets das Thierexperiment herangezogen werden. Durch Meerschweinchenimpfung gelangte auch *Strauss* zum Nachweis der Tuberkelbacillen bei Gesunden. Da er aber mit Suspension intraperitoneal impfte, verlor er unverhältnismässig viel Meerschweinchen an Peritonitis. Daher wäre auch subcutane Impfung nach *Delépine* zu versuchen.

Nachweis der Diphtheriebacillen und der Pseudodiphtheriebacillen.

Nasendiphtherie mit echten *Löffler*'schen Bacillen ist bei Diphtheria faucium oder laryngis gar nicht so selten. Daher sollte bei Diphtherie und gleichzeitigem Schnupfen stets auch das Nasensecret untersucht werden. Doch kommt auch Nasendiphtherie ohne Rachendiphtherie vor.

Nachweis genau wie bei Rachendiphtherie. Nur ist hier in jedem Falle das Thierexperiment zu fordern, da Pseudodiphtheriebacillen, welche mit den gleichen Methoden nachgewiesen werden, im Nasensecret gar nicht selten sind.

Zum Schlusse dieses Abschnittes über das Nasensecret ist zu bemerken, dass sich bei der offenen Communication zwischen Nasenhöhle mit Rachen und Conjunctiva auch wohl sämmtliche an diesen Stellen beobachteten Krankheitserreger im Nasensecret finden können. Eine besondere Erwähnung verdienen noch die Influenzabacillen (cf. den Abschnitt über dieselben), da sie in gewissen Fällen auch ausschliesslich im Nasensecret gefunden werden.

---

* Die erste Angabe stammt von *Strauss*, Acad. d. Sc., 3 juillet 1894, Sem. méd. 1894, pag. 313. Er fand von 29 Gesunden oder Nichttuberculösen neun mit Tuberkelbacillen im Nasensecret.

D. Conjunctivalsecret.

Das Conjunctivalsecret wird, wenn es sich um klare oder mehr weniger eitrig getrübte, aber noch dünnflüssige Thränenflüssigkeit handelt, am besten mit sterilen kleinen *Pasteur*'schen Pipetten oder gewöhnlichen Lymphcapillaren entnommen, welche dann an beiden Seiten mit Wachs etc. verschlossen oder zugeschmolzen transportirt werden können. Sehr häufig bilden sich aber im Secret grobe klümprige fibrinöse Massen als Gerinnsel, welche die feinen Röhrchen unweigerlich verstopfen, oder es ist zu wenig flüssiges Secret vorhanden. In diesen Fällen muss man die Secretflocken mit der Platinöse oder mit dem sterilen Tupfer abnehmen und möglichst schnell an Ort und Stelle verarbeiten, da viele Bakterien, die im Conjunctivalsecret vorkommen, ein längeres Austrocknen absolut nicht vertragen.

Zu Ausstrichpräparaten ist meist vorsichtiges Verrühren der Flöckchen in einem Tropfen Wasser auf dem Objectträger ohne starkes Reiben etc. erforderlich.

Nachweis der Diphtheriebacillen.

Bei Diphtherie, aber auch ohne solche finden sich diphtherische Erkrankungen der Conjunctiva mit Membranbildung und mit Befund von virulenten Diphtheriebacillen.

Der Nachweis ist genau der gleiche, wie beim Rachensecret beschrieben. Das Thierexperiment ist in jedem Falle zu fordern, weil sich die ähnlichen Xerosebacillen fast auf jeder normalen Conjunctiva finden. Seltener sind, im Gegensatz zum Rachen, die Pseudodiphtheriebacillen.

Gonokokken.

Bei der Blennorrhoea neonatorum, welche durch den Gonococcus verursacht wird, finden sich die Gonokokken meist zahlreich in typischer Lagerung in den Zellen (cf. Gonokokken bei Urin).

Im Ausstrichpräparat liefert die *Pick-Jakobson*'sche Methode vorzügliche instructive Bilder.

Differentialdiagnostisch kommen die Meningokokken in Betracht, seit *C. Fraenkel* (Zeitschr. f. Hyg., XXXI, 1899, pag. 222—230) durch Meningokokken bedingte eitrige Entzündung der Conjunctiva beschrieb. *C. Fraenkel* fand im Gegensatz zu Meningitis die Zellen mit den Kokken ganz vollgestopft. Wachsthum erzielte er auf mit menschlichem Blut bestrichenem Agar und Zuckerserum, erst allmählich auf blutfreien Nährböden.*

Der Gonococcus liefert bei Ausstrich auf Serumplatten meist überhaupt kein sichtbares Wachsthum. Dagegen wird der Nährboden durch mitübertragenen Eiter zum Theil erweicht, verdunstet daher an diesen Stellen stärker und sinkt rinnenartig ein, wobei sich Gonokokken in den eingesunkenen Partien nachweisen lassen *(C. Fraenkel)*.

* Doch wäre, da die Cultur gewiss morphologische und culturelle Abweichung zeigte, die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass es sich bei dem *C. Fraenkel*'schen Befund nicht um den echten Diplococcus intracellularis *Weichselbaum* gehandelt habe.

Nachweis von Pneumokokken.

Nicht selten kommen durch Pneumokokken verursachte, zum Theil croupöse Conjunctivitiden zur Beobachtung, welche auch zu Panophthalmien führen können. Namentlich finden sich Pneumokokken bei Ulcus serpens corneae.

Der Nachweis der Pneumokokken erfolgt nach den im Capitel Lungenauswurf geschilderten Regeln.*

Selten kommen auch durch echte Streptokokken erzeugte Conjunctivitiden vor. So sah ich eine croupöse Conjunctivitis, welche ausnahmsweise durch einen schwach verflüssigenden Streptococcus, welcher in Reincultur vorkam, hervorgerufen wurde. Bei Weiterzüchtung verlor sich, wohl infolge nicht rechtzeitiger Uebertragung, das Verflüssigungsvermögen.

Auch Staphylokokken, namentlich Staphylococcus aureus, finden sich auf der Conjunctiva als Mischinfection, der Albus auch nicht selten auf der normalen Conjunctiva.

Nachweis der Tuberkelbacillen.

Bei Tuberculose der Conjunctiva finden sich auch Tuberkelbacillen. Dieselben sind theils mikroskopisch, theils nur durch das Thierexperiment nachweisbar. Besonders beliebt hierfür ist die Impfung in die Vorderkammer des Kaninchens. Nach *Baumgarten* verfährt man am besten in der Weise, dass man das Auge des Kaninchens mit 10%iger Cocainlösung anästhesirt, dann durch den üblichen Cornealschnitt im Limbus ein Partikelchen von dem Geschwürsgrunde einbringt und sofort 10%ige Atropinlösung einträufelt. Diese Einträufelung muss noch in den nächsten Tagen wiederholt werden. Ich ziehe es vor, obwohl die Operation nur klein ist, doch das Thier im Kaninchenhalter auf dem Operationsbrett absolut zu fixiren, um jede Störung durch eine Bewegung des Thieres unmöglich zu machen.

Das Auge erscheint, nachdem die ersten Reizungserscheinungen vorüber sind, in den ersten 14 Tagen absolut reizlos. Dann schiessen auf der Iris feinste Tuberkel auf, die Iris wulstet sich in dicken radiären Falten, wird stark hyperämisch. Schliesslich kommt es zu Staphylom, Buphthalmus und eventuell vollkommener Verkäsung des Augapfels (wenigstens mit Perlsuchtmaterial), während sich ausserdem die Tuberculose in den inneren Organen mehr oder weniger ausbreitet. Dies ist namentlich der Fall bei Perlsucht, bei welcher Impfung mit kleinsten Mengen genügt, während menschliche Tuberculose auf Kaninchen auch bei dieser Art der Impfung viel weniger wirkt und viel weniger ausgebreitete, oft sogar mehr abortive Tuberculose erzeugt.

Nachweis des Koch-Weeks'schen Bacillus.

Gelegentlich der Choleraexpedition in Egypten entdeckte *Robert Koch* bei an egyptischer Augenkrankheit erkrankten Personen einen

* Vom Meningococcus unterscheiden sich die Pneumokokken schon durch ihre Gestalt und deutliche Färbbarkeit nach *Gram-Weigert*. Nach *Bezançon* (Sem. méd. 1898, pag. 501) wachsen die Pneumokokken im Blutserum junger Kaninchen gleichmässig, Meningokokken dagegen klümprig, was *C. Fraenkel* (Zeitschr. f. Hyg., XXXI, 1899, pag. 227) bestätigen konnte.

eigenthümlich feinen Bacillus, welcher später von *Weeks* studirt wurde und daher den Namen „*Koch-Weeks*'scher" Bacillus führt. Die Reinzüchtung ist erst in neuester Zeit *Weichselbaum*, sowie unabhängig von ihm *Kamen* gelungen.

Die Krankheit ist nicht nur in Egypten, sondern auch in Deutschland verbreitet, auch hier in Köln mehrfach beobachtet, wird aber wohl vielfach nicht richtig diagnosticirt und daher übersehen.

Zum Nachweis des *Koch-Weeks*'schen Bacillus genügt das Ausstrichpräparat. Färbung gelingt mit allen Anilinfarben. Am besten ist Färbung nach *Löffler* oder noch besser mit Boraxmethylenblau. Nach *Gram* und *Gram-Weigert* tritt Entfärbung ein. Eventuelle Aufschwemmung des Secretes in Wasser vor Anlegen des Präparates liefert klarere Bilder.

Man findet an Mäuseseptikämiebacillen erinnernde, oft ganz kurze, mitunter auch etwas längere, ungemein kleine und zarte Stäbchen, und zwar meist in Zellen eingeschlossen. Dies Bild ist typisch und genügt zur Diagnose.

Die Züchtung gelingt am besten auf Menschenblutagar, jedoch lange nicht in allen Fällen, viel weniger gut auf Taubenblutagar. Doch muss der Nährboden gut und nicht zu trocken sein. Es bilden sich sehr zarte, thautropfenähnliche Colonien, welche Influenzabacillencolonien auffallend gleichen. Die gezüchteten Bacillen entsprechen mehr dem Typus der langen Pseudoinfluenzabacillen. Auf gewöhnlichen Nährböden erfolgt kein Wachsthum.

Die Culturen sind wie die der Influenzabacillen sehr kurzlebig.

Nachweis der Influenzabacillen.

Es giebt neben dem *Koch-Weeks*'schen Katarrh eine nur durch Influenzabacillen hervorgerufene Conjunctivitis namentlich bei kleinen Kindern. Nach *zur Nedden* ist die „Influenzabacillenconjunctivitis eine wohlcharakterisirte, leichte bis mittelschwere Entzündung der Bindehaut, welche im wesentlichen die Conjunctiva der Lider und die Uebergangsfalte betrifft und bei zweckmässiger Behandlung ohne Complication von Seiten des Sehorgans in kurzer Zeit heilt."

Die Influenzabacillenconjunctivitis und ihre Beziehungen zum *Koch-Weeks*'schen Katarrh sind am genauesten studirt von *Jundell* (Mitth. a. d. Augenklinik des Carolinischen Medico-Chirurgischen Instituts zu Stockholm. G. Fischer, Jena 1902) und *M. zur Nedden* (Klin. Monatsbl. f. Augenheilkunde, XLI, 1903). Dr. *Auerbach* konnte in unserem Laboratorium mehrere einschlägige Fälle beobachten. Nach unseren Erfahrungen stehe ich mit *zur Nedden* auf dem Standpunkt, dass Influenzabacillen, Pseudoinfluenzabacillen, *Spengler-Jochmann-Krause's* Pertussisbacillen, *Jundell's* katarrhalischer Bacillus, *Müller's* Trachombacillus identisch sind, während die *Koch-Weeks*'schen Bacillen als eine eigene, wenn auch nahe verwandte Art anzusehen sind.

Der Nachweis der Influenzabacillen wird auf die gleiche Weise geführt, wie oben im Abschnitt über den Nachweis der Influenzabacillen im Sputum beschrieben wurde. Von den *Koch-Weeks*'schen Bacillen unterscheiden sie sich schon im Ausstrich. Während erstere längere, zarte, an Mäuseseptikämiebacillen erinnernde Stäbchen bilden, erscheinen die Influenzabacillen kokkenartig, kurz, mitunter mit Andeutung einer Kapsel.

Im Gegensatz zu dem *Koch-Weeks*'schen Bacillus gelingt die Cultur ausnahmslos und leicht auch auf Taubenblutagarplatten. Die ge-

züchteten Individuen sind meist sehr kurz. Wachsthum auf wirklich hämoglobinfreien Nährböden bleibt aus.

Nachweis des Diplobacillus conjunctivitidis von Morax-Axenfeld.

Als Erreger einer besonderen Conjunctivitisform, welche häufig durch Röthung der Lidkante auffällt, ist von *Morax* (Annal. de l'Inst. Pasteur, 1896 und Ann. d'Oculistique, 1897) und *Axenfeld* (Centralbl. für Bakt., 1897, Nr. 1) ein Diplobacillus beschrieben worden, nach welchem die Erkrankung als Diplobacillen-Conjunctivitis benannt wird. Die Erkrankung ist an manchen Orten gar nicht selten. (Cf. *Anton Peters*, Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., 1897, Juni.)

Zum Nachweis ist am besten Färbung nach *Löffler* oder mit Boraxmethylenblau. Sehr gute Bilder liefert die Färbung nach *Gram-Weigert*-Carbolglycerinfuchsin.

Es sind ca. 2 μ grosse, 1 μ breite, nach *Gram* entfärbte Bacillen mit rechtwinklig abgestutzten Enden, fast stets zu zweien zusammenliegend, durch feinen Zwischenraum getrennt.

Sie liegen, oft in reichlicher Menge in dem Secret zwischen den Lidwinkeln, frei, theils in grossen Haufen, besonders an Epithelien anliegend, aber auch seltener in Zellen (Leukocyten).

Durch ihre Grösse und rechteckige Gestalt unterscheiden sie sich von allen übrigen Mikroorganismen des Conjunctivalsackes. Am meisten erinnern sie nach *Axenfeld* und *Peters* an die *Friedländer*'schen Pneumobacillen, sind aber durch Fehlen der Kapsel unterschieden.

Zur Züchtung eignen sich besonders serumhaltige Nährböden, wenn auch die Züchtung *Peters* auf schrägem Glycerinagar in vier genauer untersuchten Fällen jedesmal gelang. Diese Culturen auf Glycerinagar sind zart, weniger deutlich tröpfchenartige, grauliche Colonien und sterben leichter ab.

Sehr charakteristisch ist, wie schon *Axenfeld* fand, die Cultur auf Serum. Auf der Serumplatte bilden sich nämlich ziemlich tief ausgefressene Höhlungen infolge leichter Verflüssigung.

In reinen schweren Fällen sind die Diplobacillen in Reincultur vorhanden, in leichteren und bei Abheilung spärlicher und mit anderen Mikroorganismen gemischt.

Die Conjunctivitis ist contagiös und befällt mitunter beide Augen nacheinander (jedoch mitunter in einem Zwischenraum von 8—14 Tagen). Ich habe sie auch hier in Cöln beobachten hönnen.

Hinzuzufügen ist, dass ausser den genannten Mikroorganismen auch Bacillus coli, Pneumobacillus Friedländer, Bacillus pyocyaneus, gelegentlich auch andere Krankheitserreger, z. B. bei Keratitis Schimmelpilze (Aspergillus, wohl auch Mucor) und bei Concretionen des Thränennasencanals Streptothrix Foersteri zur Beobachtung kommen können.

Die bakteriologische Diagnostik des Blutes
(mit Einschluss der Serum-Diagnostik).

Von Prof. Dr. **W. Kolle.**

Bei der bakteriologischen Untersuchung des Blutes handelt es sich vor allem um den Nachweis von: 1. Protozoen (Malariaparasiten), 2. pathogenen Bakterien (Typhus, Streptokokken, Staphylokokken, Pest, Milzbrand), 3. Recurrensspirochäten und Filaria sanguinis und 4. um den Nachweis von specifischen Blutveränderungen, welche unter dem Einfluss von bakteriellen Infectionskrankheiten zustande kommen und dadurch erkennbar werden, dass das Serum bakteriolytische oder agglutinirende Fähigkeiten auf die betreffende Bakterienart gewinnt.

Die Untersuchung des Blutes auf Malariaparasiten.

Als Ursache der Malaria, die nicht nur über fast sämmtliche tropischen Gebiete, sondern auch in einem grossen Gebiete der gemässigten Zone auch heute noch weit verbreitet ist, sind die Malariaparasiten zu betrachten. Dieselben wurden 1880 entdeckt von dem damaligen französischen Militärarzt *A. Laveran.* Die Malariaparasiten gehören zu den Protozoen. Ihr Entwicklungsgang ist zuerst von *Golgi* dargelegt worden. Durch die Arbeiten dieses Forschers sind auch zuerst Unterschiede für die Tertian- und Quartanparasiten festgestellt worden. *Marchiafava* und *Celli* erkannten zuerst, dass es noch eine dritte Parasitenart giebt, die Tropenfieberparasiten. In der Geschichte der Malariaforschung muss vor allen Dingen ferner die Entdeckung einer besonderen Färbungsmethode von *Romanowski* hervorgehoben werden, auf die unten weiter eingegangen werden wird. In ein ganz neues Stadium ist die Malariaforschung und damit auch die Bekämpfung derselben durch die Entdeckung von *Ross* getreten, welcher nachwies, dass die menschlichen Malariaparasiten sich in einer Stechmückenart der Familie Anopheles weiter entwickeln. Der Entwicklungsgang der Parasiten in der Mücke, welcher durch *Ross, Manson, Grassi* und *R. Koch* genauer studirt wurde, ist ein sehr complicirter. Man hat die Einzelheiten desselben nur verstanden infolge der vergleichenden Studien, welche von den genannten Forschern und *Mac Callum* mit den echten Malariaparasiten sowie denjenigen der Vögel angestellt wurden.

Wir unterscheiden drei Arten von Malariaparasiten, denen, wie namentlich durch die grundlegenden Untersuchungen *Robert Koch's* nachgewiesen ist, drei streng von einander zu trennende Typen oder besser gesagt Arten der Malaria entsprechen: 1. die Tertianaparasiten, 2. die Quartanaparasiten, 3. die Tropenfieberparasiten. Die Diagnose

der einzelnen Fieberarten ist möglich durch die Blutuntersuchung mittels gefärbter Präparate. Der Geübte ist imstande, aus einem gut angefertigten Malariapräparat zu sagen, um welche Art des Fiebers es sich handelt. Es ist häufig nur und allein durch die Blutuntersuchung möglich, zu sagen, ob ein Mensch an Malaria leidet oder nicht. Bevor auf die Entwicklung der Parasiten eingegangen wird, möge hier kurz eine Beschreibung der Färbemethoden stattfinden.

1. Die Herstellung des mikroskopischen Trockenpräparates. Nach Einstich in die Fingerkuppe oder das Ohrläppchen wird ein Tröpfchen Blut aufgefangen, indem man mit der Kante eines Deckgläschens von der mit Alkohol und Aether gereinigten Haut Blut abstreicht und dann mit der Kante des Deckgläschens, welches auf ein zweites Deckgläschen oder einen Objectträger im schrägen Winkel aufgesetzt wird, über das zweite Deckgläschen oder einen Objectträger vorsichtig hinstreicht. Es entsteht auf diese Weise eine dünne Schicht des Blutes, und man wird stets eine grosse Anzahl Stellen finden, wo die Blutkörperchen weder in Haufen noch in Rollen liegen. Die Präparate lässt man lufttrocken liegen. Wenn dieselben nicht gleich gefärbt werden sollen, sondern verschickt werden müssen, so thut man dies am besten, wenn man sie in Papier einwickelt, signirt und in leere Pappschachteln einlegt. In den Tropen verschimmeln derartige Präparate leicht, wenn man dieselben nicht in Gläsern aufhebt, in denen sich ein Stückchen Chlorcalcium befindet.

2. Fixirung der Präparate. Vor der Färbung müssen die Präparate fixirt werden. Dies geschieht entweder durch Einlegen auf 3 Minuten Zeitdauer in ein Gemisch von Alkohol und Aether zu gleichen Theilen oder für 5—20 Minuten in absoluten Alkohol. Präparate, welche älter als zwei Monate sind, braucht man nur ganz kurze Zeit, $^1/_2$ Minute, in einem Gemisch von Alkohol und Aether oder eine Minute in absolutem Alkohol zu fixiren. Aus dem Alkohol oder dem Alkohol-Aethergemisch werden die Präparate mit *Ehrlich*'schen Pincetten herausgenommen. Man legt dieselben auf Fliesspapier und wartet, bis der Alkohol, beziehungsweise Alkohol und Aether verdampft sind. Dann werden die Präparate gefärbt.

3. Farblösungen und Färbung. Borax-Methylenblau nach *Manson*. 6 Grm. Borax werden in 100 Ccm. Wasser bei Kochhitze gelöst. Wenn die Boraxlösung auf Körperwärme abgekühlt ist, setzt man 2 Grm. Methylenblau zu. Diese Lösung ist ausserordentlich haltbar. Zum Verbrauche verdünnt man dieselbe mit dem drei- bis fünffachen Volumen Wasser. *R. Koch* räth, die Stammlösung so stark zu verdünnen, dass eine Schicht von 1 Ccm. Dicke, wie sie in einem gewöhnlichen Reagensglas vorhanden ist, gerade beginnt durchscheinend zu werden. Bei der Färbung verfährt man so, dass man das zu färbende Präparat auf 5—10 Secunden in die Farbflüssigkeit eintaucht und so lange in gewöhnlichem Leitungs- oder Brunnenwasser wäscht, bis aus dem ursprünglichen blauen ein grünlicher Farbenton hervorgegangen ist. Das Präparat wird getrocknet und in Cedernöl eingelegt und der mikroskopischen Untersuchung unterworfen.

Alkalisches Methylenblau nach *Ruge*. In 100 Ccm. Wasser werden 0,2 Grm. krystallisirte Soda bei Kochhitze gelöst und mit 1 Grm. Methylenblau medicale Höchst versetzt. Nach dem Erkalten wird die

Lösung filtrirt und dann noch an zwei aufeinanderfolgenden Tagen eine kurze Zeit wieder aufgekocht. Zum Zwecke der Färbung werden die Präparate, wenn sie noch frisch sind, mit einer Verdünnung dieser Lösung gefärbt, die durch Zusatz von 1:3 Theilen Wasser hergestellt ist. Sind die Präparate alt, so wird die Stammlösung zum Färben benutzt. Man lässt diese *Ruge*'sche Farblösung nur 1—2 Secunden einwirken und wäscht darauf das Deckgläschen sofort in Wasser ab.

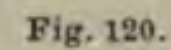
Bei diesen Methylenblaufärbungen sehen die Malariaparasiten schön blau gefärbt aus, während die rothen Blutkörperchen grünlichgelben Farbenton zeigen. Die weissen Blutzellen, sowohl Leukocyten wie Lymphocyten, sind intensiv blau gefärbt. Die Färbung mit Methylenblau genügt für alle praktisch-diagnostischen Zwecke. Für gewisse Fälle, namentlich wo es sich um die Differentialdiagnose von verschiedenen Parasitenarten handelt, sowie für wissenschaftliche Zwecke kann es indessen nothwendig werden, die *Romanowski*'sche Färbemethode anzuwenden, bei welcher ein Farbengemisch zur Anwendung kommt. Für die wissenschaftliche Erkennung des Entwicklungsganges der Malariaparasiten ist diese *Romanowski*'sche Methode von der grössten Wichtigkeit gewesen. Der Vortheil derselben besteht darin, dass ein bestimmter Theil des Malariaparasiten, den wir als Chromatin bezeichnen, bei dieser Färbemethode leuchtend roth gefärbt erscheint, während das Plasma blau aussieht. Die rothen Blutscheiben sind roth gefärbt, während die Leukocyten und Lymphocyten einen bläulichen bis dunkelvioletten Kern zeigen und ein röthlich gefärbtes Plasma, in dem man die einzelnen Elemente erkennen kann. *Ruge* giebt folgende Vorschrift für die Ausführung der *Romanowski*'schen Färbemethode:

„In 100 Ccm. heissen, fast kochenden Wassers werden 0,1 Grm. Soda und 1,0 Grm. Methylenblau medicale Höchst gelöst. Dann lässt man die Lösung erkalten, setzt nach 24 Stunden noch 0,2 Grm. Soda zu. Bei fractionirtem Zusatz von Soda wird mehr Roth aus Methylenblau abgespalten als beim Zusetzen der ganzen Sodamenge auf einmal. Man erhitzt dann die Lösung drei- bis viermal innerhalb der nächsten 24 Stunden, desgleichen immer kurz vor dem jedesmaligen Gebrauch, muss sie aber immer wieder kalt werden lassen, ehe man sie benutzt. Hat man einen Paraffinschrank zur Verfügung, so kann man die Lösung auf 48 Stunden bei 50—60° C. darin stehen lassen. Eine so behandelte Lösung sieht dann violett aus.

Nun wird der Titerstand gegen eine 1%ige wässerige Eosinlösung festgesetzt, das heisst, man setzt zu einer bestimmten Menge der alkalischen, wiederholt erhitzten Methylenblaulösung unter stetem Umschütteln so lange tropfenweise von der 1%igen Eosinlösung zu, bis sich ein Niederschlag bildet. Dabei verfährt man am besten folgendermassen: In ein *Erlenmeyer*'sches Kölbchen bringt man 10 Ccm. destillirtes Wasser, dahinein 1 Ccm. von der 1%igen Methylenblaulösung — in der so verdünnten Lösung kann man das Auftreten des Niederschlages besser erkennen als in der unverdünnten — und setzt nun mit einer 1 Ccm. Pipette tropfenweise unter fortwährendem Umschütteln von der 1%igen Eosinlösung zu. Dabei wird die ursprünglich blaue Lösung allmählich leuchtend violett und es bildet sich auf ihrer Oberfläche ein metallisch schimmerndes Häutchen. Hat man aber unter fortwährendem Umschütteln 0,3—0,6 Ccm. der 1%igen Eosinlösung zugesetzt, so tritt der Niederschlag auf. Wollte man nun mit dieser Mischung färben, so würde man ein niederschlagsreiches unbrauchbares Präparat bekommen. Man wandte daher früher Mischungen an, die so viel Eosin enthielten, dass der Niederschlag eben noch nicht eintrat. Man braucht aber nur den dritten Theil oder die Hälfte von derjenigen Menge Eosin zuzusetzen, die zur Bildung des Niederschlages nöthig gewesen wäre, um eine gut färbende Lösung zu bekommen. Soll stark gefärbt werden, so benutzt man Farbengemische, die $^1/_4$ bis $^1/_{10}$% Methylenblau enthalten. Bei diesen starken Methylenblaulösungen genügt der Zusatz des dritten Theiles derjenigen Menge von Eosin, die den Niederschlag gegeben hätte. Will man zarte Färbung haben, so benutzt man Gemische, die $^1/_{50}$% Methylenblau enthalten. Dann muss man aber wenigstens die

Hälfte der zur Erzeugung des Niederschlages nöthigen Eosinmenge zusetzen. Die Färbung ist bei Zimmertemperatur in $^{3}/_{4}$—1 Stunde vollendet. Man färbt zweckmässig in kleinen Blockschälchen, die Schichtseite der Präparate nach unten. Nach der Färbung kann man noch in angesäuertem Wasser differenziren."

Neuerdings ist von *Giemsa* in dem *Nocht*'schen Institut eine Modification der *Romanowski*'schen Färbung ausgearbeitet worden, welche ausserordentlich gute Resultate zu geben geeignet ist. Man hat zwei Stammlösungen zur Herstellung der Färbflüssigkeit: 1. eine $1^{0}/_{0}$ige wässerige Eosinlösung und 2. eine Lösung von Azurblau *Giemsa*, 80 Mgrm. auf 100 Ccm. Wasser. Man nimmt nun 1 Ccm. der Eosinlösung und setzt dasselbe zu 200 Ccm. Wasser. Von dieser Eosinlösung (1:2000) werden 5 Ccm. gemischt mit 0,5 Ccm. der Azurlösung. Dieses ist die eigentliche Farbflüssigkeit, ausreichend für je ein Präparat. Man legt die zu färbenden, in Alkohol oder Alkoholäther fixirten Blutpräparate in Blockschälchen und übergiesst sie mit


Fig. 120.



Blutpräparat mit zahlreichen Leukocyten und Lymphocyten (Leukämie) gefärbt nach *Manson*.

der so hergestellten Mischung, die jedesmal frisch herzustellen ist. Die Färbung muss unter dem Mikroskop controlirt werden. Die Färbedauer schwankt zwischen 10 Minuten und mehreren Stunden. Wenn etwa Niederschläge, was übrigens selten vorkommt, sich gebildet haben sollten, so werden die Präparate in 30 bis $40^{0}/_{0}$ Alkohol abgespült. Der Nachtheil der Methode ist, dass die Zeitdauer der Färbung bei Benutzung ein und derselben Lösung grossen Schwankungen, über deren Ursache nichts bekannt ist, unterworfen ist.

Mittels dieser Methoden, von denen für praktische Zwecke hauptsächlich die Methylenblaumethode nach *Manson* in Betracht kommt, kann man alle Feinheiten in der Entwicklung der Malariaparasiten studiren.

1. Der Tertianaparasit.

Die Entwicklungsdauer der Parasiten dauert 2 × 24 Stunden, dementsprechend treten alle 48 Stunden Fieberanfälle bei den mit Tertianaparasiten inficirten Menschen auf. Auf der Höhe des Anfalls

entnommenes Blut zeigt bei Tertiana folgendes Bild. Auf zahlreichen rothen Blutkörperchen liegen Ringe, welche $^1/_4$—$^1/_3$ des Durchmessers der rothen Blutkörperchen zeigen. In vereinzelten rothen Blutkörperchen sieht man Ringe, welche $^1/_3$—$^1/_2$ der Grösse des Blutkörperchens zeigen. Die Ringformen weisen einen deutlichen Knopf auf der Seite auf, an welcher der Ring dünn ist, während an der gegenüberliegenden Seite das den Ring zusammenfassende Band breiter erscheint (Siegelringform oder kleine Tertianaringe). Meist findet man in den Ringparasiten kein Pigment. Bei Abfall des Fiebers findet man überwiegend grosse Ringe, in denen zuweilen auch schon Pigment zu erkennen ist. Daneben finden sich grössere Parasiten, welche das ganze rothe Blutkörperchen, das vergrössert erscheint, ausfüllen; in ihnen ist deutlich Pigment zu erkennen (grosse Tertianaparasiten). Nach Abfall des Fiebers nimmt die Zahl dieser grossen Parasiten im Vergleich zu den Ring-

Fig. 121.

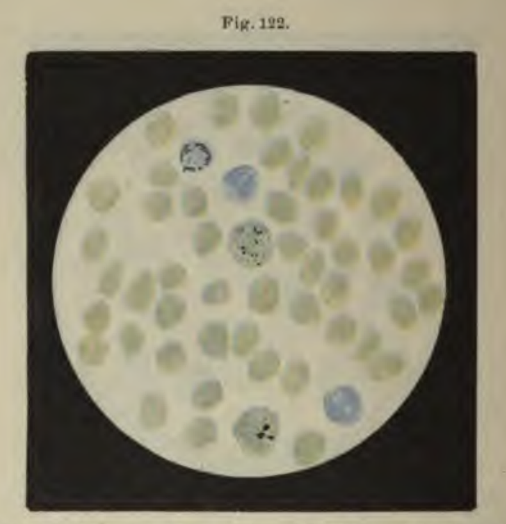


Blutpräparat, entnommen 24 Stunden nach einem Anfall von Tertiana. Grosse Ringe und Sphären. Färbung nach *Manson*.

formen noch mehr zu. Daneben finden sich Formen, welche ausserhalb der rothen Blutkörperchen zu liegen scheinen und grösser als diese letzteren sind. Die Blutuntersuchung zeigt bis zum Beginn des Fieberanfalls ungefähr das gleiche Bild. In den unmittelbar vor dem neuen Anfall entnommenen Präparaten sieht man, wie das Pigment in den Parasiten sich in der Mitte ansammelt. Häufig sieht man um dieses Pigment eine grosse Anzahl kleiner ovaler Körperchen, 12—18 an Zahl. Dies sind die Sporulationsformen. Daneben findet sich eine grosse Anzahl rother Blutkörperchen behaftet mit allerkleinsten Ringen in wechselnder Grösse (kleine Tertianaringe). Diese Ringe weisen häufig an der einen Seite schon ein kleines Knöpfchen auf. Für die Diagnose ist es wichtig, dass die Parasiten nicht immer ihre typische Ringform erkennen lassen. Es kommen meist infolge der Präparation ganz eigenartige Formen der Parasiten vor. Doch wird der Geübte imstande sein, die Parasiten

auch in diesen Fällen zu erkennen. Die ungeschlechtlichen Formen sind diejenigen, bei welchen die Vermehrung durch Theilung stattfindet. Deshalb ist auch der Name Schizonten oder asexuale Form für dieselben eingeführt. Neben diesen ungeschlechtlichen Formen findet man auch sexuale Formen. Dem Geübten fallen sie dadurch auf, dass sie stets frei liegen oder wenigstens das Blutkörperchen, auf dem dieselben liegen, sich nicht mehr färbt. Die Färbung der Parasiten ist viel weniger intensiv als bei den ungeschlechtlichen Formen und lässt im Centrum meist ziemlich grosse Lücken erkennen. Das Pigment findet sich meist in Gestalt feiner Stäbchen oder Körperchen über den ganzen Parasiten zerstreut. Man nennt diese sexualen Formen Gameten und unterscheidet männliche und weibliche Gameten, die an der Menge des in ihnen enthaltenen Chromatins kenntlich und zu unterscheiden sind. Sie kommen nicht innerhalb des Körpers zur Entwicklung, sondern sind dazu bestimmt,

Fig. 122.



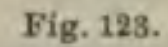
Blutpräparat entnommen kurz vor Beginn eines Anfalls von Tertiana. Theilungsformen. Färbung nach *Manson*.

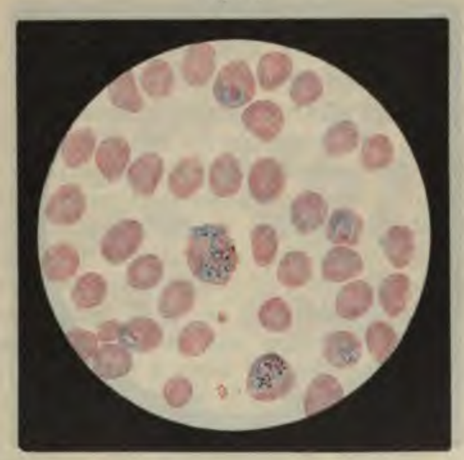
innerhalb der Stechmücken die weitere geschlechtliche Vermehrung zu erfahren. Aus den weiblichen Parasiten bilden sich nach der Befruchtung kleine Würmchen, aus diesen Furchungskugeln, die wiederum eine Umwandlung in die Sichelkeime erfahren, welche bestimmt sind, vermöge ihrer Beweglichkeit in die Giftdrüsen der Stechmücken zu gelangen und von da auf den Menschen wieder übertragen werden, um so den Ausgangspunkt für den ungeschlechtlichen Entwicklungsgang (durch Theilung) im Menschen abzugeben.

Die Befruchtung der weiblichen Formen findet durch die Spermatozoen der männlichen Formen statt. Diese Spermatozoen der männlichen Formen wurden zuerst von *Mac Callum* gesehen, als er Malariablut im hängenden Tropfen bei Körperwärme aufbewahrte und untersuchte. Die Spermatozoen erscheinen als Geisseln, welche eine lebhafte Beweglichkeit aufweisen.

2. Der Quartanaparasit.

Der Entwicklungsgang des Quartanaparasiten ist demjenigen des Tertianaparasiten ausserordentlich ähnlich. Ein Hauptunterschied besteht darin, dass die Entwicklung nicht 2 × 24, sondern 3 × 24 Stunden dauert. Diesem Entwicklungsgang entspricht auch ein dreitägiger Typus des Fiebers (d. h. jeden vierten Tag ein Anfall). Ein weiterer Unterschied besteht darin, dass der Quartanaparasit sehr häufig eigenartige Bänderformen aufweist, wie sie nur bei dieser Parasitenart gefunden werden, nie beim Tertianaparasiten oder Tropenfieberparasiten. Endlich lässt sich der Quartanaparasit durch die geringere Zahl der Sporen, welche er bildet, von dem Tertianaparasiten unterscheiden. Es finden sich zu Beginn des Fieberanfalls Theilungsformen und junge Quartanaringe, daneben erwachsene pigmentirte Parasiten. Auf der Höhe des Fieberanfalles sind neben spärlichen Theilungsformen kleine Quartanaringe zu


Fig. 123.



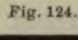
Blutpräparat, entnommen auf der Höhe des Fiebers bei Tertiana. Grosse Ringe und erwachsene pigmentirte Parasiten. Färbung nach *Romanowski*.

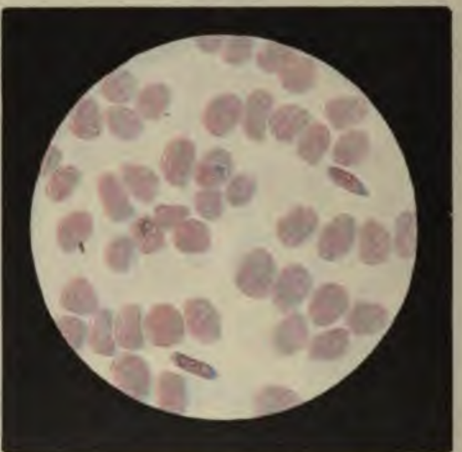
sehen. Beim Abfall des Fiebers finden sich die erwachsenen und halberwachsenen Parasiten, namentlich zahlreich die Formen, bei welchen der Parasit in Form eines blauen Bandes sich quer über das Blutkörperchen erstreckt. In der fieberfreien Zeit nimmt die Zahl der erwachsenen Parasiten mehr und mehr zu, während die Ringformen mehr und mehr verschwinden bis zum Beginn des Anfalles, wo neben den erwachsenen Parasiten sich hauptsächlich Theilungsformen und die jungen Ringe auf einzelnen Blutscheiben finden. Dann beginnt der Kreislauf von neuem.

3. Der Parasit des Tropenfiebers.

Die beiden beschriebenen Parasitenarten werden auch bezeichnet als die grossen Parasitenarten. Im Gegensatz hierzu wird der Parasit der Tropica bezeichnet als der kleine Malariaparasit.

Die Entwicklungsdauer desselben ist nicht so regelmässig wie die der Tertiana- und Quartanaparasiten. Sie schwankt zwischen 36 und 48 Stunden. Diesem Entwicklungsgang entspricht ein bis auf eine kurze Intermission zweitägiges ziemlich continuirliches Fieber. Dasselbe beginnt wie fast alle Malariaanfälle mit Schüttelfrost. Abweichungen von den verschiedenen Fiebertypen kommen natürlich bei allen Malariaarten vor. Bei Tropica findet man im circulirenden Blute keine Theilungsformen. Diese letzteren sind zwar von einzelnen Forschern hier und da beobachtet worden, doch gehören sie, wenn sie überhaupt vorkommen, zu den grössten Seltenheiten. Es fehlt auch an freien Sphären und an den grossen, unregelmässig gestalteten Parasiten oder den Bandformen. Im circulirenden Blute, welches zur Untersuchung gelangt, sieht man nur Ringformen und die sogenannten Halbmonde und zwar zu Beginn des Anfalls kleine runde Ringe, welche so klein sein können, dass man


Fig. 124.



Blutpräparat, entnommen bei chronischer Tropicainfection. Grosse Ringe. Halbmonde. Färbung nach *Romanowski*.

sie kaum als solche mit dem Mikroskope erkennen kann. Sehr häufig liegen zwei oder drei derselben auf einem rothen Blutkörperchen. In manchen Fällen von Tropica ist es ausserordentlich schwer, die Parasiten zu Beginn des Fieberanfalles aufzufinden, erstens wohl deshalb, weil die Parasiten so klein sind und zweitens, weil die Sporulation sich nicht im circulirenden Blute, sondern in den Milz-, Leber-, Knochenmark- und Gehirncapillaren abspielt. In den auf der Höhe des Fieberanfalls entnommenen Blutpräparaten sieht man vorwiegend mittlere und grosse Tropenringe. Die grossen Tropenringe sind immerhin noch erheblich kleiner als die mittleren Tertianaringe. Gegen Abfall des Fiebers erscheinen die grossen Ringe. Tritt dann eine fieberfreie Zeit ein, so verschwinden nach und nach die Ringe aus dem Blut und es treten, wenn bereits eine Anzahl Fieberanfälle stattgefunden haben, neben diesen ungeschlechtlichen Formen die geschlechtlichen Formen oder Gameten auf. Dieselben zeigen die Gestalt von Halbmonden, welche Pigment haben

und eine gewisse Aehnlichkeit mit einer an den Enden etwas abgerundeten Mondsichel aufweisen. Sie sind etwa doppelt so lang, wie der Durchmesser eines rothen Blutkörperchens beträgt, und im Querdurchmesser ungefähr halb so breit wie ein rothes Blutkörperchen. An den Enden sind sie stärker gefärbt als in der Mitte. Wie bei den Gameten des Tertiana- und Quartanaparasiten giebt es auch hier männliche und weibliche Formen, welche indessen ebenso wie bei den genannten Parasitenarten nicht durch die einfache Methylenblaufärbung, sondern durch die *Romanowski*'sche Färbung zu differenziren sind.

Die Intervalle zwischen den einzelnen Anfällen bei Tropica sind wechselnd; häufig schliesst sich, wenn nicht Chinin gegeben wird, ein Anfall an den anderen und es tritt in diesem Stadium häufig der Tod ein (Febris maligna).

Zusammenstellung der wichtigsten Unterschiede zwischen den drei Parasitenarten.

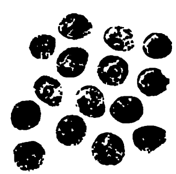
Man kann dieselben nach dem Vorgange von *Ruge* am besten eintheilen in biologische und morphologische.

Was die biologischen Unterschiede betrifft, so ist die Entwicklungsdauer der drei Arten eine verschiedene. Der Tertianparasit braucht 48 Stunden, die Quartanparasiten 72 Stunden, die Tropenfieberparasiten 36—48 Stunden zu ihrer Entwicklung. Beim Tropenfieber bilden sich die geschlechtlichen Formen durch Vermittlung des Halbmondes. Die Halbmonde werden nur bei Tropica gefunden. Die Zahl der Sporen beträgt bei Tertianaparasiten 15—25, bei Quartanaparasiten 8—12. Bei Tropenfieber finden sich nie Theilungsformen im circulirenden Blute. Dieselben sind nur in den inneren Organen zu finden; die Theilungsformen sind viel kleiner als bei den grossen Parasitenarten und haben eine ausgesprochene Rosettenform. Die Tertianaparasiten pflegen das von ihnen befallene Blutkörperchen seines Hämoglobins zu berauben und dasselbe zum Aufquellen zu bringen.

Was die morphologischen Unterschiede zwischen den drei Parasitenarten betrifft, so sind es hauptsächlich die Pigmentformen, welche die Unterscheidung ermöglichen. Bei Tropica finden sich nie im circulirenden Blute die grossen pigmentirten Formen, ausser in Form der Halbmonde. Bandformen finden sich nur bei Quartanaparasiten. Die amöboiden Formen mit reichlichen Ausläufern sprechen für Tertiana. Die von Quartanaparasiten befallenen Blutkörperchen sind nicht vergrössert, während die von Tertianaparasiten befallenen Blutscheiben meist vergrössert sind. Die Tropenfieberparasiten, namentlich die jungen Ringformen, haben die Neigung, am Rande der rothen Blutscheiben zu kleben. Recht übersichtlich hat *Ruge** in (Fig. 125—132) die biologischen und morphologischen Unterschiede zwischen den drei Parasitenarten zusammengestellt. Mit der gütigen Erlaubnis dieses Autors, dem ich dafür verbindlichst danke, gebe ich hier die schematischen Zeichnungen wieder.

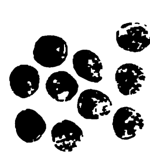
* *Ruge*, Die Malariaparasiten in *Kolle-Wassermann*, Handbuch der pathogenen Mikroorganismen. Jena, Gustav Fischer.

Fig. 125.



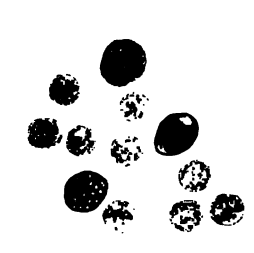
Parasitenbefund bei Neuerkrankung an Tropenfieber auf der Fieberhöhe. Zwei mittelgrosse Ringe (nach *Ruge*).

Fig. 126.



Parasitenbefund bei Neuerkrankung an Tropenfieber. Zu Beginn des Fiebers. Ein kleiner Tropenring (nach *Ruge*).

Fig. 127.



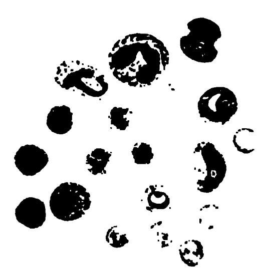
Parasitenbefund bei einem einfachen Tertianfieber im Beginn des Anfalls. Theilungsformen und erwachsene Parasiten. Schematisch nach *Ruge*.

Fig. 128.



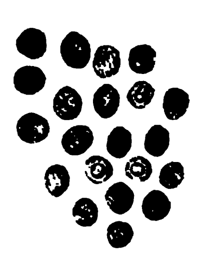
Parasitenbefund bei einem einfachen Tertianfieber kurz nach Ablauf des Anfalls (schematisch nach *Ruge*). Ringe, freie Sphäre, ein grosser mononucleärer Leukocyt.

Fig. 129.



Parasitenbefund bei Tertiana duplicata. Alle Formen nebeneinander.

Fig. 130.



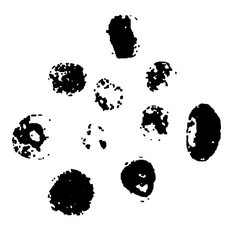
Parasitenbefund bei Tropenfieber zu Ablauf eines Anfalls. Vier grosse Ringe. Schematisch nach *Ruge*.

Fig. 131.



Parasitenbefund bei chronischem Tropenfieber. Halbmonde und Ringe. Schematisch nach *Ruge*.

Fig. 132.



Parasitenbefund bei einfachem Tertianfieber. 24 Stunden nach dem Fieberanfall (schematisch nach *Ruge*). Grosse Ringe und freie Sphäre.

Gebilde, welche häufig mit Malariaparasiten verwechselt werden.

So leicht dem Geübten die Erkennung der Malariaparasiten und ihre Unterscheidung von Gebilden, welche nichts mit Parasiten zu thun haben, ist, so schwierig kann es für den Anfänger werden, gewisse Gebilde, welche sich häufig in Blutpräparaten finden, richtig zu deuten. Es sei hier vor allen Dingen deshalb hingewiesen auf:

1. Die Blutplättchen namentlich bei der Anwendung der *Romanowski*'schen Färbemethode. Die Blutplättchen erscheinen nie scharf begrenzt, sondern weisen immer zackige oder verwaschene Ränder auf; 2. Metachromatisch gefärbte rothe Blutkörperchen. Bei der Anwendung der Methylenblaumethode können diese Gebilde mit freien Sphären verwechselt werden. Da indessen Pigment in derartig metachromatisch gefärbten rothen Blutkörperchen fehlt, während die freien Sphären der Malariaparasiten dasselbe stets aufweisen, so ist hiermit der Anhaltspunkt für die Unterscheidung gegeben. 3. Punktirte oder getüpfelte rothe Blutzellen. Diese Gebilde können mit pigmentirten freien Parasiten verwechselt werden. Bei genauerem Hinsehen wird man allerdings bemerken, dass die Pünktchen oder Tüpfelchen, die bei Anwendung der Methylenblaufärbung dunkelblau bis schwarzblau erscheinen, nicht Pigmentkörnchen sind, sondern blau gefärbte Theile einer rothen Blutzelle. 4. Weisse Blutkörperchen, welche Pigment führen. Man findet nicht selten im Blut, namentlich wenn grosse Mengen von rothen Blutkörperchen zugrunde gehen und dabei Pigment frei wird und in die Blutlösung übergeht, weisse Blutkörperchen mit Pigment. Sowohl bei Anwendung der Methylenblaufärbung wie der *Romanowski*'schen Methode sind diese Gebilde leicht von Malariaparasiten zu unterscheiden. Sie erscheinen bei Methylenblaufärbung viel intensiver gefärbt als die Parasiten, während bei Anwendung der *Romanowski*'schen Färbung die rubinrothe Chromatinfärbung fehlt. Auch ist die Form für den Geübten leicht zu erkennen. 5. Vacuolen. In manchen Blutpräparaten, namentlich wenn die Härtung der Blutpräparate keine sehr zweckmässige gewesen oder wenn die Färbung nicht besonders gelungen ist, findet man helle Lücken in vielen Blutzellen. Wenn sich zu diesen hellen Lücken noch geringe Farbstoffniederschläge hinzugesellen, so können diese Vacuolen als Theile von Malariaparasiten (Ringform) gedeutet werden. 6. Farbstoffniederschläge, vor allen Dingen, wenn dieselben mit kleinen Schmutzkörnchen, welche Pigment vortäuschen können, vergesellschaftet sind, können leicht für Malariaparasiten gehalten werden. Damit man in dieser Beziehung nicht Irrthümern anheimfällt, empfiehlt es sich als Regel, daran festzuhalten, nie die Diagnose Malaria abzugeben, wenn man nicht in den untersuchten Blutpräparaten Gebilde gesehen hat, die über allem Zweifel als Malariaparasiten erhaben sind. Es kann ferner als allgemeine Regel gelten, dass man in einem Präparat, in welchem man einen Parasiten gefunden hat, wenn es sich wirklich um einen Malariafall handelt, auch noch mehr Exemplare findet.

Beziehung zwischen klinischer Malariadiagnose und Blutbefund.

Unter allen Umständen ist es nothwendig, zur Sicherung oder Ausschliessung der Diagnose Malaria nicht nur ein Blutpräparat von den Patienten zu entnehmen und zu färben, sondern stets eine ganze

Anzahl. Es muss ferner verlangt werden, wenn anders die Untersuchung einen wirklichen Werth besitzen soll, die Blutuntersuchung gegebenen Falles öfters an mehreren aufeinanderfolgenden Tagen zu wiederholen und womöglich unmittelbar nach Ablauf eines Fieberanfalles vorzunehmen.

Die einzelnen Formen der Malaria wird man aus dem mikroskopischen Bilde der Blutpräparate um so leichter feststellen können, je genauer man auch über den Verlauf der Fiebercurve bei dem Patienten orientirt ist. Aus den Curven sind die Typen der drei Fieberarten, sowie etwaige Abweichungen von ihnen häufig ohne weiteres zu erkennen. Auch geht aus Curven, in welche die Befunde der Blutpräparate eingetragen werden, hervor, wie sich die einzelnen Fieberanfälle und fieberfreien Zwischenzeiten bei typischen, nicht durch Chinin beeinflussten Malariafiebern zu dem Entwicklungsgange der Parasiten verhalten. Wenn man sich noch vor Augen hält, dass die Entwicklung der Parasiten sowohl wie das Eintreten der Fieberanfälle nicht in allen Fällen schematisch nach demselben Typus sich abspielen, und wenn man ferner die schematischen Blutbefunde, welche ich dem trefflichen Buche von *Ruge* mit seiner Erlaubnis entnommen habe, sich vor Augen hält, so wird man sich in jedem Falle leicht orientiren können. Vor allem ist es nothwendig, stets daran zu denken, dass Infectionen mit zwei verschiedenen Parasitenarten bei demselben Individuum vorkommen können. Von Wichtigkeit ist ferner, dass auch bei typisch verlaufenden Fiebern, die nicht durch Chinin beeinflusst werden, eine Anzahl Parasiten in ihrer Entwicklung hinter den anderen zurückbleiben kann. Es ist deshalb nicht ohne weiteres aus Blutbefunden, welche nicht ganz dem Schema entsprechen, z. B. der Schluss zu ziehen, dass eine Tertiana oder Quartana duplicata vorliegt, wenn z. B. kleine Ringe sich auch nach Ablauf des eigentlichen Fieberanfalles im Blute vorfinden.

Wenn man im mikroskopischen Präparate nur Ringformen antrifft, welche den kleinen Tertianaringen gleichen, so kann man eine bestimmte Diagnose nicht ohne weiteres stellen. Denn es ist nicht möglich, die kleinen Tertianaringe von den grossen Tropenringen zu unterscheiden. Trifft man dagegen auch nur einen einzigen wohlcharakterisirten pigmentirten Parasiten im Präparate an, so kann es sich nur um eine derjenigen Fieberarten handeln, welche durch die grossen Parasiten bedingt sind. Vergrösserte Blutkörperchen sprechen für Tertiana, eine einzige Bandform macht die Diagnose Quartana so gut wie sicher. Halbmonde können nur bei Tropica vorkommen. Werden Halbmonde und daneben pigmentirte grosse Parasiten gefunden, so muss eine Mischinfection mit Tropica, bezw. Quartana vorliegen. Die Unterscheidung von Tertiana und Quartana kann häufig nur möglich sein unter Zuhilfenahme einer genauen Fiebercurve. Was die Herstellung derartiger Fiebercurven betrifft, so ist es nothwendig, in zweifelhaften Fällen die Messung mindestens dreistündlich vornehmen zu lassen und auch während der Nacht fortzusetzen. Erst dann erhalten die Curven die typische Gestalt, vorausgesetzt, dass dieselben nicht durch Chinin beeinflusst sind. Nur bei mindestens dreistündlicher Temperaturmessung ist es möglich, z. B. Neuerkrankungen an Tropenfieber und eine Tertiana duplicata mit Sicherheit an der Form der Curve von einander zu unterscheiden. Auch die pseudokritischen Einsenkungen und die Remissionen zwischen den einzelnen Anfällen bei Tropenfieber sind nur auf diese Weise erkennbar.

Wenn der Verlauf der Malaria durch Chinin beeinflusst, wenn womöglich vor Beginn des Fieberanfalls Chinin in grösserer Menge gegeben worden ist, so ist nicht nur der Entwicklungsgang der Parasiten häufig unregelmässiger, sondern die einzelnen Formen der Malariaparasiten weisen auch zuweilen Abweichungen von der Norm auf, die namentlich bei den Tertianaparasiten zutage treten können. Diese sogenannten Chininformen der Parasiten zeichnen sich dadurch aus, dass der Parasit wie aufgefasert in seiner Form erscheint. Immerhin wird man auch in solchen Fällen neben den atypischen Formen solche typische finden, aus welchen sich mit Sicherheit die Diagnose der Malariaform stellen lässt.

Nachweis von pathogenen Bakterien im Blute.

Während man früher annahm, dass nur bei schwerer Sepsis pathogene Bakterien im Blute vorkommen, haben die neueren Untersuchungen infolge der Verfeinerung der angewandten Methoden ergeben, dass weit häufiger, als früher angenommen und erwartet wurde, bei verschiedenen Infectionskrankheiten die Infectionserreger in das Blut eindringen. Das eine muss allerdings hervorgehoben werden, dass die Mehrzahl aller pathogenen Spaltpilze keine eigentlichen Blutschmarotzer sind. Es gilt dies vor allem für die Typhusbakterien, Pestbakterien, Streptokokken, Staphylokokken, Milzbrandbakterien. Allen diesen Bakterienkrankheiten gemeinsam ist die locale Ansiedlung in irgend einem Organe. So siedeln sich die Typhusbakterien vorwiegend in den Follikelapparaten des Darmes und der Milz an. Die Streptokokken können in den verschiedensten Theilen des Körpers ihre primäre Localisation haben. Das Gleiche gilt für die Staphylokokken sowie den Milzbrand. Jede dieser Bakterienarten weist eine gewisse Vorliebe für einzelne Körperstellen, bezw. einzelne Gewebe auf, so z. B. siedeln sich die Streptokokken sehr häufig in dem Unterhautzellgewebe an (Erysipel), der Milzbrand in der Schleimhaut des Darmes (Darmmilzbrand), in der Haut (Carbunkel) oder in der Lunge (Lungenmilzbrand). Die Staphylokokken dringen vorwiegend durch Wunden oder kleine Verletzungen der Haut in das Unterhautzellgewebe ein, die Pestbakterien siedeln sich in den Drüsen oder in der Lunge primär an. Bei allen diesen genannten Bakterienkrankheiten findet aber ein ununterbrochenes Uebertreten von Bakterien durch den Lymphstrom in das Blut statt und in allen den Fällen, in welchen der Ausgang der Krankheit zur Heilung übergeht, ein ununterbrochenes Zugrundegehen innerhalb der Blutbahn. Es kann als Regel gelten, dass meist nur da, wo die Krankheit einen ungünstigen Ausgang nimmt, und da auch meist nur kürzere Zeit vor dem Tode, die Keime sich so vermehren, dass sie z. B. schon durch das gefärbte mikroskopische Präparat im Blute nachgewiesen werden können.

Zum Nachweis der genannten Bakterien ist deshalb das mikroskopische gefärbte Präparat im allgemeinen wenig geeignet. Es wird sich in solchen Fällen zwar empfehlen, zur Controle mikroskopische Blutpräparate herzustellen. Man fertigt dieselben in derselben Weise an, wie dies für die Herstellung der Malariapräparate beschrieben worden ist. Zur Färbung benützt man eine verdünnte *Ziehl*'sche Lösung oder eine stark verdünnte alkalische Methylenblaulösung (siehe Abschnitt: Methoden).

Weit bessere Resultate bezüglich des Auffindens pathogener Bakterien im Blute wird man mit Hilfe der Züchtungsmethoden erzielen. Früher verfuhr man dabei so, dass nach Sterilisirung der äusseren Haut mittels Alkohol, Aether, Sublimat und nachfolgender Entfernung des letzteren mittels sterilen Wassers ein Einstich in die Haut gemacht wurde, um kleinere Tröpfchen Blut zum Austreten zu bringen. Das heraustretende Blut wird mit der abgeglühten Platinöse aufgefangen und nun auf flüssige und feste Nährmedien übertragen. Zur Aussaat sind vor allen Dingen geeignet Agarplatten, auf deren Oberfläche eine gleichmässige Ausbreitung des Materials möglich ist, so dass selbst vereinzelte Keime zur Entwicklung und Beobachtung gelangen können. vor allen Dingen auch unter Umständen durch ihre charakteristische Form mit Hilfe der schwachen Vergrösserung des Mikroskops leicht erkannt werden können. Sehr empfehlenswerth ist die Methode, um Typhusbakterien aus dem Roseolenblut zu züchten, indem man den Einschnitt in die Haut gerade an einer Stelle vornimmt, an welcher sich ein Roseolafleck befindet.

Die neueren Untersuchungen haben indessen gezeigt, dass man weit leichter die pathogenen Mikroorganismen im circulirenden Blute nachweisen kann, wenn grössere Blutmengen zur Verarbeitung gelangen. Man hat dabei nicht nur den Vortheil, dass in einer grösseren Blutmenge mit grösserer Wahrscheinlichkeit spärliche Keime aufgefunden werden, sondern es gelingt auch leichter eine Anreicherung der im Blute vorhandenen Keime, wenn man das Blut direct in Mengen von 1—2 Ccm. auf Kölbchen von 50—100 Ccm. Inhalt, gefüllt mit flüssigen Nährmedien (Pepton, Bouillon), überträgt. Durch diese Verdünnung des Blutes in grösseren Mengen der flüssigen Nährböden wird die baktericide Kraft, welche das frisch dem Gefässsystem entnommene Blut besitzt. ausgeschaltet. Man verfährt dabei am besten so, das Blut nach Sterilisirung der äusseren Haut direct mittels Einstichs einer sterilen *Pravaz*'schen Spritze in eine Armvene (V. mediana) durch Aspiration zu entnehmen.* Vorzügliche Resultate sind bei Anwendung dieser Methode erhalten worden, wo es sich um den Nachweis von Typhusbakterien, Streptokokken, Staphylokokken, Pest- und Milzbrandbakterien im circulirenden Blute handelte. Die mit dem Blute beschickten Kölbchen werden zum Zwecke der Anreicherung auf 24 Stunden in den Brutschrank bei 37° C. gebracht und nach Ablauf dieser Zeit werden kleine Mengen der Flüssigkeit, in denen die angereicherten Bakterien vorhanden sind, auf feste Nährböden zur weiteren Identificirung mittels Isolirung und Reinzüchtung der Keime übertragen.

Mittels des Thierversuches ist es möglich, die Streptokokken, Pestbakterien und Milzbrandbakterien im circulirenden Blute nachzuweisen, indem man grössere Mengen (1—2 Ccm.) des aus der Armvene mittels *Pravaz*'scher Spritze oder aus Hautschnitten mittels Schröpfschneppers erhaltenen Blutes direct auf die geeigneten Versuchsthiere überimpft. Da wir über Thierarten, welche auch empfänglich wären für die Einverleibung kleiner Mengen von Typhusbakterien oder Staphylokokken, bis jetzt nicht verfügen, so ist diese Methode der directen

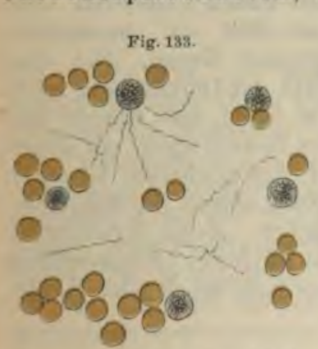
* Oder man entnimmt das Blut mittels sterilisirter Schröpfköpfe, wie dies zuerst von *Petruschki* systematisch ausgeführt wurde.

Blutübertragung auf Versuchsthiere zum Nachweis dieser Bakterien nicht zu benutzen. Um Milzbrandbakterien nachzuweisen, überträgt man das Blut auf Meerschweinchen und Mäuse und zwar empfiehlt sich die subcutane Einverleibung von 1 Ccm. bei Meerschweinchen und 0,2—0,3 Ccm. bei Mäusen; für den Nachweis von Streptokokken sind Mäuse und Kaninchen die geeigneten Thierarten. Die Einverleibung geschieht bei Mäusen am besten intraperitoneal, bei Kaninchen in die Ohrvene oder subcutan in die Haut des Ohres. Zum Nachweis der Pestbakterien kann man verschiedene Methoden benutzen. Als geeignete Versuchsthiere kommen vor allen Dingen in Betracht Ratten und Meerschweinchen. Bei Ratten empfiehlt sich die subcutane, intraperitoneale Einverleibung sowie die Einträufelung einiger Tropfen des verdächtigen Blutes in den Augenbindehautsack. Bei Meerschweinchen kommt neben der subcutanen Impfung die cutane Methode in Betracht, bei welcher das Blut auf eine rasirte Fläche der Bauchhaut eingerieben wird. Wenn auch nur vereinzelte Pestkeime in dem Ausgangsmaterial vorhanden waren, so wird es sicher gelingen, auf die eine oder andere Weise die Pestbakterien nachzuweisen. Eine gleiche Sicherheit dürfte auch bei Vorhandensein von Milzbrandbakterien in dem Untersuchungsmaterial erzielt werden, da die genannten Thierarten, ebenso wie die Ratten und Meerschweinchen für Pest, so für Milzbrand hochempfänglich sind. Bei Streptokokken dagegen ist die Sicherheit des Nachweises bei weitem nicht eine so grosse, weil die Virulenz dieser Bakterien, selbst wenn sie im Blute vorkommen sollten, eine sehr schwankende ist und weil die Versuchsthiere verschiedene Empfänglichkeitsgrade aufweisen. Das Züchtungsverfahren wird hier ebenso wie beim Nachweis der Typhusbakterien und Staphylokokken im allgemeinen vor der Heranziehung des Thierversuchs den Vorzug verdienen.

Nachweis der Recurrensspirochaeten.

Eine besondere Besprechung erheischt der Nachweis der Recurrensspirochaeten, durch den sich bekanntlich mit Sicherheit das Rückfallfieber erkennen lässt. Obwohl es bisher noch nicht gelungen ist, die von *Obermeier* 1874 entdeckten Spirochaeten künstlich zu züchten, müssen sie doch unbestritten als die Ursache dieser Blutinfectionskrankheit κατ' ἐξοχήν gelten. Die Spirochaete Obermeieri, deren Stellung im System der Mikroorganismen noch nicht klargestellt ist, wird bei jeder Recurrenserkrankung gefunden (Fig. 133). Der Nachweis gelingt durch die mikroskopische Untersuchung eines Bluttröpfchens im ungefärbten Zustand (im hängenden Tropfen) oder besser noch im gefärbten Deckglaspräparat. Im ungefärbten Präparat sind die Spirochaeten wegen ihrer grossen Beweglichkeit oft schwer zu erkennen; man sieht wohl, wie die Blutscheiben weggepeitscht werden, kann die Spirochaeten selbst aber nicht entdecken. Um dieselben im ungefärbten Zustand im Blut der Recurrenskranken aufzufinden, empfiehlt

Fig. 133.



Recurrensspirillen nach *v. Jaksch*.

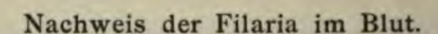
es sich, ein Tröpfchen Blut in *Müller*'sche Flüssigkeit oder in Ueberosmiumsäure aufzufangen. Viel besser lassen sie selbst ganz vereinzelte Spirochaeten in gefärbten Blutpräparaten nachweisen. Die Entnahme des Blutes, Herstellung der Blutpräparate geschieht in gleicher Weise wie es für die Malariapräparate beschrieben ist. Die Fixirung kann in Alkoholäther (3 Minuten) geschehen. Dann gelangen die Präparate für 1 Minute in 1%iger Essigsäurelösung. Nach Abspülen in Wasser Färbung mit Borax-Methylenblau (nach *Manson*) einige Secunden oder Dahliaviolettlösung. Darauf kurzes Abspülen in Wasser und nach Trocknung Einbettung in Canadabalsam. Auch mittels der *Romanowsky*'schen Methode erhält man gute Bilder. Nach *Gram* entfärben sich die Recurrensspirochaeten.

Fig. 134.

Filaria sanguinis hominis aus *v. Jaksch*, Diagnostik.

In gut gefärbten Blutpräparaten erscheinen die Recurrensspirochaeten wie überaus feine Spiralfäden von 20—40 μ Länge und 1 μ Dicke mit zugespitzten Enden. Die Zahl der Windungen schwankt zwischen 5 und 20. Feinere Structur vermag man nicht an den Spirochaeten zu sehen.

Die Spirochaeten sind nicht nur während des eigentlichen Fieberparoxysmus, sondern schon vor Beginn des Fiebers im Blute nachweisbar. Mit dem kritischen Temperaturabfall verschwinden die Spirochaeten aus dem circulirenden Blut, wobei viele zugrunde gehen. Sie sind wahrscheinlich in der zwischen den Anfällen liegenden fieberfreien Zeit in der Milz. Bald nach dem Tode des Recurrenskranken verlieren die Spirochaeten ihre Beweglichkeit. Im intravasculären Blut gehen dieselben nach dem Tode sehr bald zugrunde.



Nachweis der Filaria im Blut.

Im Blute des Menschen kommt nur die Larvenform der Filaria Bancrofti vor, welche ihrerseits sich als geschlechtsreifes Thier von 80—100 Mm. Länge in den Lymphgefässen findet. Die von dem Weibchen geborenen Embryonen dringen in's Blut ein, namentlich während des Schlafes der Wirthe oft in grosser Menge. Sie sind 0,25—0,35 Mm. lang und ungefähr so breit wie der Durchmesser eines rothen Blutkörperchens beträgt (0,01 Mm.). Im frisch dem Körper entnommenen Blute fallen sie durch ihre lebhaften Bewegungen, mit denen sie die rothen Blutkörperchen wegpeitschen, auf. Sie erscheinen homogen und durchsichtig, später tritt Körnung auf. Häufig zeigen die Menschen, welche Filaria sanguinis (Fig. 134 u. 135) haben, keine Krankheitssymptome, in anderen Fällen besteht Hämatochylurie, Elephantiasis und Milztumor; die Krankheit kann trotz Behandlung der localen Herde, in denen die Thiere leben, tödtlich verlaufen.

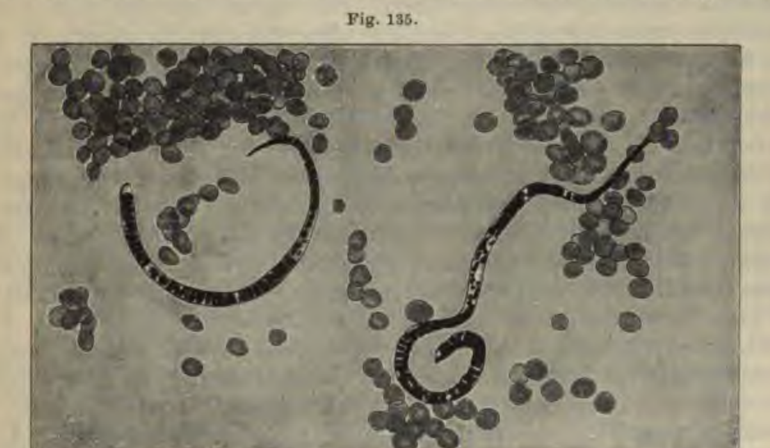
Serumdiagnostik.

Unter Serumdiagnostik versteht man die Methoden, vermittels deren man das Vorhandensein von Infectionskrankheiten, beziehungsweise das Ueberstehen derselben in unzweideutiger Weise, durch Benutzung des Serums (oder Blutes) zur Anstellung von Agglutinations- etc. Ver-

suchen, nachweisen kann. Diese Methoden zielen darauf hin, in dem Blute, bezw. Blutserum, welches von den betreffenden Kranken oder Reconvalescenten entnommen ist, specifische Veränderungen nachzuweisen. Diese specifischen Veränderungen bestehen in einer Beeinflussung, welche das Serum auf die specifischen Infectionserreger oder deren Gifte im Reagensglase oder im Thierkörper beim Thierversuch ausübt.

Die Serumdiagnostik ist in erster Linie auf den Forschungen *Behring's* aufgebaut, welcher zuerst die specifischen Blutveränderungen, die specifischen Antitoxine im Blutserum der mit Diphtheriegift behandelten Thiere nachwies. Die *Behring*'schen Untersuchungen wiederum fussten auf den grossen Entdeckungen *Koch's*, welcher die specifischen Krankheitsursachen nachgewiesen und in künstlichen Nährmedien zu züchten gelernt hatte und zuerst im Tuberculin die Wirkung von specifischen Giften in Bakterienculturen auf die specifische Krankheit (Tuberculose) nachwies. Weitere Grundlagen für die Serumdiagnostik lieferten dann die Untersuchungen von *R. Pfeiffer* und seinen Mitarbeitern, sowie *Gruber* und *Durham*, deren Untersuchungen über

Fig. 135.



Filiariaembryonen nach *Peiper*, Deutsche Klinik.

die Agglutinine nur wenige Tage später von *Pfeiffer* und *Kolle* bestätigt wurden. Diese Untersuchungen zeigten, dass im Blutserum von Thieren und Menschen, welche auf künstliche oder natürliche Weise mit verschiedenen Bakterien inficirt sind, also unter der Einwirkung der Infectionserreger gestanden haben, specifische Stoffe auftreten, die einerseits durch das Thierexperiment nachzuweisen sind (bakteriolytische Stoffe), andererseits durch die Mischung der Bakterienculturen mit dem Serum im Reagenzglase zutage treten (Agglutinationserscheinungen). Es war vor allen Dingen das Verdienst von *Widal*, dass er die Agglutinationserscheinungen zur Frühdiagnose des Typhus abdominalis heranzog. Agglutinationswirkungen treten nicht nur beim Typhus abdominalis auf, sondern auch bei einigen anderen Infectionskrankheiten, allerdings nie so früh wie beim Typhus. Sie sind dann zur retrospektiven Diagnose zu benutzen. Eine grössere Bedeutung für die retrospektive Diagnose besitzen die specifisch bakteriolytischen Stoffe, welche in der Versuchsordnung des sogenannten *Pfeiffer*'schen Versuches, namentlich

bei Cholera und Typhus, praktische Bedeutung gewonnen haben. Ueber die Ausführung der Versuche mit Bakteriolysinen, die im Peritoneum der Meerschweinchen wirksam werden, ist oben bei der Diagnose der Cholera asiatica ausführlich berichtet worden. Es mag hier nochmals darauf hingewiesen werden, dass die diagnostische Bedeutung aller dieser Versuche nur dann eine einwandsfreie ist, wenn sie mit Controlversuchen und von geübter Hand angestellt werden.

Serumdiagnostik bei Typhus abdominalis.

Man entzieht dem Patienten Blut. Es empfiehlt sich, nicht zu kleine Mengen zu nehmen, und zwar wenn möglich 2—3 Ccm., sei es mittels sterilen Schröpfkopfes oder mittels Venenpunction. Nach Gerinnenlassen wird das Blutserum mit steriler Pipette abgehoben, mit physiologischer Kochsalzlösung im Verhältnis 1 : 9 verdünnt und zum Zwecke vollständiger Klärung centrifugirt. Dieses Serum wird nun auf seinen Gehalt an Agglutininen titrirt. Die Agglutinine sind Stoffe, welche den Ambocpetoren zweiter Ordnung *Ehrlich's* nach seiner in der Seitenkettentheorie aufgestellten Nomenclatur entsprechen. Sie haben mit den baktericiden (specifisch bakteriolytischen) Immunstoffen des Serums nichts zu thun, sind aber in gleicher Weise wie diese specifisch. Jedes normale Menschenserum besitzt in gewissen Concentrationen agglutinirende Eigenschaften, welche indessen nicht unerheblichen individuellen Schwankungen unterworfen sind. Aus diesem Grunde ist es nothwendig, mit einer Typhuscultur die Agglutination anzustellen, welche einen bekannten Agglutinationstiter gegenüber einem specifischen künstlichen Typhusserum von bekannter Wirksamkeit besitzt. Die Ausführung der Titrirung muss genau nach quantitativen Grundsätzen geschehen, wobei man in folgender Weise verfährt. Es werden Verdünnungen des Serums hergestellt mit 0,8%iger Kochsalzlösung. Von diesen Verdünnungen, z. B. 1 : 20, 1 : 40, 1 : 60, 1 : 80, 1 : 100, 1 : 200 wird je 1 Ccm. in ein steriles Reagensröhrchen gefüllt. Man hat dann eine Scala, indem z. B. in dem ersten Röhrchen 0,05, im zweiten 0,025, im dritten 0,016 Ccm. etc. des Serums immer in 1 Ccm. Flüssigkeitsvolumen enthalten sind. In jedem dieser Röhrchen wird eine Oese gleich 2 Mgrm. frischer Agarcultur am Rande verrieben und in der Flüssigkeit nach der Verreibung durch Schütteln fein vertheilt. Das Verreiben der Culturmasse mit der Flüssigkeit geschieht in folgender Weise: Die Cultur wird oberhalb des Flüssigkeitsniveaus an der Wandung des Röhrchens abgestrichen; ein Tropfen der Flüssigkeit wird alsdann mittels der Platinöse hinzugefügt und damit verrieben, bis die mit blossem Auge sichtbaren Klümpchen verschwinden. Schliesslich wird das Gemenge langsam herabgeschwemmt und nun bei Schräghaltung des Röhrchens die Consistenz der Probe in dünner Schicht beobachtet. Das Phänomen der Häufchenbildung wird am besten beim Blick von oben auf schwarzen Untergrund oder beim Blick nach oben in dem von der Zimmerdecke reflectirenden Tageslicht beobachtet. Hierbei lässt sich die Häufchenbildung durchaus sicher feststellen. Die mikroskopische Beobachtung besonders mit stärkerem System kann sehr leicht zu Fehlschlüssen führen. Denn sehr oft werden dabei vereinzelte, in Zoogloea zusammenliegende Bakterien, die bei der Aufschwemmung nicht von einander gelöst waren, für agglutinirte Bakterienhäuflein gehalten, obgleich sie mit den durch die Agglutinine zusammengeballten grösseren Bakterien-

haufen nichts zu thun haben. Die Agglutination der Bakterien muss, wenn sie gelten soll, kurze Zeit, spätestens innerhalb einer Stunde nach dem Zusammenmengen der Culturmasse und des Serums, dem blossen Auge unverkennbar erfolgen. Nur auf diese Weise kann man einwandsfreie Resultate erhalten, wenn man mit dem blossen Auge oder mit der Lupe die im Thermostaten bei 37° C. gehaltenen Aufschwemmungen der Bakterien und des Serums beobachtet. Bei echter Agglutination ist der Vorgang der Häufchenbildung ein fortschreitender; die fast sofort nach der Mischung von Serum und Cultur sich bildenden Bakterienhäufchen werden mit zunehmender Zeit grösser und sinken zu Boden, darüber eine klare Flüssigkeitsschicht lassend. Bei den Controlen mit gleichen Mengen normalen Serums und den gleichen Mengen von Bakterien darf keine Andeutung von Agglutination eintreten. Die Flüssigkeit bleibt gleichmässig getrübt und homogen, auch für die ersten Stunden nach der Mischung, worauf es bei diesen Versuchen in erster Linie ankommt. Der Bodensatz, den manche unbewegliche Bakterien bei längerem Stehen in jedem selbst ganz indifferenten Flüssigkeitsmedium und beim Wachsthum in manchen Nährböden bilden, hat mit Agglutination nichts zu thun. Man kann dies daran erkennen, dass dieser Bodensatz sich beim Umschütteln wieder in Emulsion auflöst, während wirklich agglutinirte Bakterienhäufchen dabei als solche erhalten bleiben. Bei beweglichen Bakterienarten kommt die Bildung eines Bodensatzes überhaupt nicht in Frage.

Nur unter Beobachtung dieser Cautelen sowie bei Heranziehung von Controlversuchen mit normalem Serum und einerseits der Verdünnungsflüssigkeit allein gemischt mit der Bakterienmasse anderseits ist man in der Lage, einwandsfreie Resultate zu erhalten. Vielfache Erfahrung hat gezeigt, dass man erst dann mit einiger Wahrscheinlichkeit sagen kann, dass ein Mensch an Typhus abdominalis leidet oder vor kurzer Zeit einen solchen überstanden hat, wenn sein Serum bei Anwendung obiger Methodik mindestens in einer Verdünnung von 1:60 agglutinirend wirkt, das heisst, wenn 0,02 Ccm. imstande sind, eine Oese Typhuscultur, aufgeschwemmt in 1 Ccm. physiologischer Kochsalzlösung, binnen einer Stunde in typischer Weise zu agglutiniren, vorausgesetzt, dass der Untersucher imstande ist, mit Sicherheit die Agglutination festzustellen, und dass er über eine Typhuscultur verfügt, deren Agglutinationstiter bekannt ist.

In der sogenannten *Widal*'schen Reaction, das heisst der Benutzung der Agglutinine zur Frühdiagnose des Typhus abdominalis besitzen wir ein werthvolles Unterstützungsmittel, um diese Krankheit vielfach da zu erkennen, wo es mit Hilfe klinischer oder anderer bakteriologischer Methoden (Züchtung der Infectionserreger aus Fäces, Urin, Roseolen) nicht möglich ist. Ebenso unzweifelhaft ist allerdings nachgewiesen, dass bei vielen Fällen von echtem Abdominaltyphus die specifischen Typhusagglutinine erst im Laufe der zweiten, ja in manchen Fällen sogar erst im Beginn der vierten Krankheitswoche im circulirenden Blute erscheinen. Es ist damit nicht gesagt, dass nicht im Knochenmark z. B., das nach *Pfeiffer* und *Marx* die Hauptbildungsstätte der specifischen Antikörper ist, die Agglutinine in solchen Fällen schon frühzeitiger auftreten, als sie im Blute nachweisbar sind. Aus diesem Grunde ist nur bei positivem Ausfall des Agglutinationsphänomens ein Schluss und zwar im positiven Sinne erlaubt; bei negativem Ausfall des Agglutinationsphänomens ist dagegen der umgekehrte

Schluss nicht statthaft, dass der betreffende Mensch, welcher unter Typhusverdacht erkrankt ist und bei dem es sich in der Praxis meist um den Ausschluss einer Sepsis, Meningitis oder Miliartuberculose handelt, nicht an Typhus abdominalis leidet oder in letzter Zeit gelitten hat. Die sogenannte *Widal*'sche Reaction ist also kein untrügliches diagnostisches Mittel.

Die Heranziehung der specifisch bakteriolytischen Stoffe zur Frühdiagnose des Typhus abdominalis ist nicht zu verwerthen, weil die letzteren im Gegensatze zu den Agglutininen erst im späteren Stadium der Krankheit, beziehungsweise nach vollkommener Reconvalescenz erscheinen, dagegen können die specifisch baktericiden Stoffe zu einer retrospectiven Diagnose des Typhus abdominalis verwandt werden, und zwar in der Versuchsanordnung des sogenannten *Pfeiffer*'schen Versuches. Das Serum der betreffenden Patienten muss genau in Bezug auf seine bakteriolytischen Eigenschaften unter Heranziehung von Controlversuchen mit normalem Serum titrirt werden. Es ist stets eine Typhuscultur von constanter Virulenz zu benutzen. Nur wenn sich ein grosser Unterschied zwischen der Wirksamkeit des normalen Serums und des verdächtigen Serums ergiebt, sind Schlüsse aus diesen Versuchen zu ziehen. Zum Beispiel wird man, wenn der Titer eines menschlichen Serums unter 1 Cgrm. liegt, mit grösster Wahrscheinlichkeit auf einen abgelaufenen Typhus abdominalis Rückschlüsse machen können, da das normale menschliche Serum selten in grösserer Dosis als 5 Cgrm. Schutzwirkung und Auflösung der Vibrionen bei gleichzeitiger intraperitonealer Injection mit einer Oese einer virulenten 18stündigen Typhuscultur ausübt.

Bei der Beurtheilung dieser Befunde ist nicht ausser Augen zu lassen, dass die specifisch bakteriolytischen Stoffe noch bis zu einem Jahre und länger nach Ablauf eines Typhus abdominalis in dem Blutserum des betreffenden Menschen vorhanden sein können. Es ist also aus dem positiven Ausfall der retrospectiven Serumdiagnostik keineswegs ein Schluss auf den Zeitpunkt, wann die Erkrankung durchgemacht wurde, ohne weiteres zulässig.

Serumdiagnostik bei Pest, Cholera, Maltafieber.

Ueber die Benutzung der specifisch-bakteriolytischen Stoffe zur retrospectiven Erkennung abgelaufener Pestfälle liegen keine Angaben vor, dagegen kann die Agglutination zur Verificirung abgelaufener Pestfälle herangezogen werden. Zur Frühdiagnose der Pest dürfte die Agglutinationsbestimmung kaum in Frage kommen, weil wir über andere Methoden verfügen, um bei Pesterkrankungen rasch und sicher die Diagnose während der Dauer der manifesten Erkrankung zu stellen (s. o.).

Die Ausführung der Agglutination geschieht genau nach denselben Principien, wie dies für Typhus eben beschrieben worden ist. Da das normale Menschenserum selbst in Verdünnung von 1:5, das heisst in der Menge von 0,2 Ccm. gegenüber 1 Oese Culturmasse keine Agglutinationswirkung zeigt, so ist schon bei einem positiven Ausfall der Serumdiagnostik bei dieser Concentration der Schluss erlaubt, dass der betreffende Mensch, von dem das Serum stammt, kurze Zeit vorher Pest überstanden hat. Für die Verwerthung eines negativen Ausfalls der Serumdiagnostik sind dieselben Gesichtspunkte massgebend, welche für Typhus abdominalis oben angegeben worden sind. Nach den nicht allzu zahlreichen darüber vorliegenden An-

gaben tritt das Agglutinationsphänomen nach Ablauf eines Pestfalles aber nur bei einer Minderzahl der abgelaufenen Erkrankungen überhaupt ein.

Bei Cholera asiatica spielt die Benutzung der Agglutination noch eine geringere Rolle als bei Pest, weil wir über ausserordentlich feine Methoden verfügen, um eine bestehende oder abgelaufene Choleraerkrankung in kurzer Zeit einwandsfrei durch Nachweis des Infectionserregers selbst nachzuweisen. Für die Identificirung der aus dem kranken Menschen gezüchteten Choleravibrionen ist allerdings die Benutzung der Agglutinine von grosser Bedeutung, worüber oben Näheres angegeben worden ist. (Siehe Anleitung für Choleradiagnose von *R. Koch* und *M. Kirchner*.)

Die specifisch bakteriolytischen Stoffe können für die Erkennung abgelaufener Cholerafälle benutzt werden, da das Blutserum von Menschen, welche Cholera asiatica überstanden haben, noch längere Zeit diese Stoffe in ziemlicher Concentration enthält. Die Methodik ist dieselbe wie für Typhus abdominalis. Auch hier lässt sich über den Zeitpunkt der abgelaufenen Erkrankung aus dem Versuch nichts Näheres schliessen.

Bei Maltafieber ist die Serodiagnostik von verschiedenen Seiten empfohlen worden, und zwar die Benutzung der Agglutination.

Der Coccus melitensis ist ein kleiner Coccus, welcher in die Classe der Staphylokokken gehört. Er wächst auf Agar in Form eines feinen Belages, die einzelnen Colonien sehen thautropfenähnlich aus. Nach mehreren Uebertragungen auf künstlichen Nährböden werden die Culturen üppiger. Der Coccus färbt sich nicht nach *Gram* und besitzt für Thiere keine Pathogenität. Gelatine wird beim Wachsthum verflüssigt, in Bouillon ist das Wachsthum demjenigen der Staphylokokken ähnlich.

Die Ausführung der Methodik ist dieselbe, wie für Typhus angegeben. Auch hier müssen Controlversuche herangezogen werden; auch hier sind negative Schlüsse nicht in dem Sinne zu verwerthen, dass der betreffende Mensch nicht an Maltafieber leidet. Obwohl der von *Bruce* entdeckte Coccus melitensis als Ursache des Maltafiebers von vielen Seiten anerkannt wird, ist doch noch nicht mit absoluter Sicherheit wissenschaftlich festgestellt, ob das Maltafieber eine einheitliche Krankheit in dem Sinne ist, dass bei ihr der Coccus melitensis als Ursache des Maltafiebers allein und stets vorkommt. Trotzdem besitzt natürlich der Nachweis der Agglutinationsfähigkeit des Blutes gegenüber dem Coccus melitensis diagnostische Bedeutung, weil bis jetzt diese Eigenschaft des Blutes bei anderen Krankheiten nicht beobachtet worden ist.

Identificirung von Eiweiss mittels der specifischen Eiweisspräcipitine.

In das Gebiet der Serumdiagnostik gehören auch die specifischen Präcipitine, welche bei der künstlichen Immunisirung von Thieren mit Eiweisssubstanzen verschiedener Herkunft auftreten und sich gegenüber Lösungen der betreffenden Eiweisskörper dadurch zeigen, dass sie in diesen letzteren bei Mischungen mit ihnen einen Niederschlag hervorrufen. Die Wirkungen des Serums derartig immunisirter Thiere sind zurückzuführen auf die Präcipitine, d. h. specifische chemische Körper, welche nur in den Lösungen der betreffenden Eiweisskörper, mit denen sie hergestellt sind, einen Niederschlag erzeugen. Die Präcipitine, welche zuerst von *Kraus* bei der Immunisirung von Thieren mit Bakterienculturen in dem Serum dieser Thiere gefunden, später auch von *Tsistowitsch, Bordet, Wassermann, Uhlenhuth* im Serum von Thieren, welche mit thierischen Eiweissflüssigkeiten, Serum, Milch etc. vorbehandelt waren, nachgewiesen sind,

sind, wie vor allem *Wassermann* zeigte, so specifisch, dass sie zur Differenzirung von Eiweisskörpern verschiedener Thierarten, welche auf keine andere Weise, auch nicht durch die feinsten chemischen Reactionen, von einander unterschieden werden können, z. B. zur Unterscheidung des menschlichen Eiweisses von Thiereiweiss benutzt werden können. Allerdings sind die Präcipitine nicht so specifisch wie die Agglutinine oder die specifisch-bakteriolytischen Stoffe, sondern es scheint sogenannte Gruppenreactionen zu geben. Man versteht darunter einen Vorgang, bei welchem ein Serum zwar am stärksten auf die Stoffe einwirkt, mit denen es hergestellt ist, aber bei dem verhältnismässig grosse Mengen, deren man zur Erzielung der Wirkung bedarf, auch bei biologisch nahestehenden Eiweissarten eine gewisse Wirkung besitzen. So verursacht z. B. ein mit menschlichem Serum oder Blut hergestelltes Immunserum nicht nur in klarem menschlichen Blutserum eine Ausfällung, sondern auch eine zwar geringere, aber doch deutliche Präcipitirung im Serum von manchen Affenarten *(Nuttall)*, namentlich der anthropoiden, während im Serum anderer, dem Menschen in der Thierreihe fernerstehenden Thierarten eine Ausfällung bei den zum Versuch nothwendigen Mengen nicht stattfindet. So lange wir nicht über Methoden verfügen, stärker specifisch wirksame Serumarten ohne lange Vorbehandlung der Thiere herzustellen, sind die letzteren nur zur Differenzirung von Eiweissarten mit der Beschränkung zuzulassen, dass Zellen oder Flüssigkeiten nahestehender Thierarten ausgeschlossen sind. In der forensischen Medicin, wo es sich fast stets um die Unterscheidung bezw. Erkennung von Menschen- und Thierblut handelt, besitzen die Präcipitine deshalb einen hervorragenden diagnostischen Werth. In der Diagnose der Krankheiten besitzen bis jetzt die Präcipitine des Serums keine Bedeutung. Die Ausführung der Methode zum Nachweis der Präcipitine geschieht in der Weise, dass zu abgemessenen Mengen der absolut klaren Lösung der betreffenden Eiweissart abgestufte Mengen des betreffenden Serums zugesetzt werden, die sich nach der Stärke des verwendeten präcipitirenden Serums richten müssen. Die Proben werden dann im Brutschrank bei 37°C. gehalten. Controlversuche mit normalem Serum einerseits und den Eiweisslösungen allein andererseits sind unerlässlich. Nach einer Stunde muss der Process abgelaufen sein. In der Versuchsanordnung kann man mit Hilfe von hochwerthig präcipitirendem Serum, das durch Immunisirung von Thieren mit Menschenblut bezw. Thierblut gewonnen ist, Menschenblut- und Thierblutlösungen an dem specifischen feinkörnigen Niederschlag oder an der Trübung erkennen, die bei Mischung von Serum und homologer Eiweisslösung eintreten. Da diese Methode infolge der Untersuchungen von *Wassermann, Uhlenhuth* und *Schütze* eine praktisch forensische Bedeutung besitzt und sich bereits in der Praxis bewährt hat, so ist dieselbe hier kurz skizzirt.

Erklärung zur Malariatafel.

Fig. 1—11. Entwicklung der Tertianaparasiten nach *Schaudinn*. Färbung nach *Romanowsky*, *Nocht* und Eisenhämatoxylin. Vergr. ca. 2000 : 1. Alle Stadien der Parasiten (Schizonten) vom Eindringen in die rothe Blutscheibe (kleine Ringe) bis zur vollendeten Theilung (Schizogonie).

Fig. 12—15. Färbung wie oben. Sogenannte Chininformen der Tertianaparasiten nach *Schaudinn*. Die Präparate sind auf der Höhe eines Fieberanfalles entnommen, nachdem der Kranke $2^1/_2$ Stunden vorher $1^1/_2$ Grm. Chinin genommen hat. Die Parasiten sind verzerrt und zerrissen, das Chromatin aufgefasert.

Fig. 16—20. Entwicklung der Quartanaparasiten im Blut (Schizogonie). Fig. 17 und 18 zeigen die charakteristischen Bandformen.

Fig. 21—29. Entwicklung der Tropicaparasiten. Fig. 26 und 27 stellen Halbmonde dar. Die Sporulationsformen 28 und 29 finden sich nur in Milz, Gehirn und Knochenmark.

Fig. 30—43. Schematische Darstellung der Entwicklung der Tertianaparasiten nach *Ruge*. (Färbung nach *Romanowsky*.)



sind, wie vor allem *Wassermann* zeigte, [illegible]
sirung von Eiweisskörpern verschied[illegible]
andere Weise, auch nicht durch die [illegible]
einander unterschieden werden können [illegible]
menschlichen Eiweisses von Thiereiweiss [illegible]
dings sind die Präcipitine nicht [illegible]
specifisch bakteriolytischen [illegible]
reactionen zu geben. [illegible]
ein Serum zwar am stärksten [illegible]
gestellt ist, aber bei dem [illegible]
Erzielung der Wirkung bedarf [illegible]
arten eine gewisse Wirkung [illegible]
lichem Serum oder Blut [illegible]
menschlichen Blutserum eine [illegible]
aber doch deutliche Präcip[illegible]
(Nuttall), namentlich der [illegible]
Menschen in der Thierreihe [illegible]
bei den zum Versuch nothwe[illegible]
nicht über Methoden verfügte, [illegible]
ohne lange Vorbehandlung der [illegible]
zur Differenzirung von Eiweis[illegible]
Zellen oder Flüssigkeiten [illegible]
In der forensischen Medicin [illegible]
bezw. Erkennung von Mensch[illegible]
cipitine deshalb einen [illegible]
gnose der Krankheiten [illegible]
Bedeutung. Die Ausführung [illegible]
geschieht in der Weise, [illegible]
Lösung des betreffenden [illegible]
Serums zugesetzt werden, [illegible]
[illegible] Serums richten [illegible]
[illegible] bei 37° C. gehalten. Controlversuche [illegible]
und den Eiweisslösungen allein andererseits [illegible]
Stunde muss der Process abgelaufen sein. [illegible]
[illegible] mit Hülfe von hochwerthig präcipitir[illegible]
sirung von Thieren mit Menschenblut bezw. [illegible]
schenblut- und Thierblutlösungen an dem [illegible]
schlag oder an der Trübung erkennen, [illegible]
homologer Eiweisslösung eintreten. Da [illegible]
suchungen von *Wassermann*, *Uhlenhuth* und [illegible]
sische Bedeutung besitzt und sich bereits in der Praxis [illegible]
ist dieselbe hier kurz skizzirt.

Erklärung zur Malariatafel.

[illegible]

[illegible] der Quartanaparasiten [illegible]

[illegible] Fig. 26 und 27 stellen [illegible] und Knochen[illegible]

[illegible] der Tertianaparasiten [illegible]


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43

Die bakteriologische Untersuchung der Hautparasiten.

Von Dr. **W. Scholtz,** Privatdocent in Königsberg i. Pr.

Allgemeine Untersuchungsmethoden.

Der Bau der Haut, die Art der parasitären Hauterkrankungen und vor allem die Arten der wesentlichsten pathogenen Hautparasiten bedingen hier vielfach besondere Methoden der Untersuchung auf Mikroorganismen und Parasiten überhaupt. Sollen beliebige nicht wesentlich veränderte Partien der Oberhaut auf ihren Keimgehalt im allgemeinen untersucht werden, so genügt es gewöhnlich, sich das Material durch vorsichtiges Abschaben der Haut mit einem stumpfen Skalpell zu verschaffen. In gleicher Weise verfährt man bei gesunden oder erkrankten Nägeln, während Haare zum Zweck der Untersuchung speciell der Haarwurzel mit der Scheere gekürzt und dann mit der Cilienpincette epilirt werden. Hat die Untersuchung der Epidermis den Zweck, nachzuweisen, ob die Haut überhaupt Keime enthält, wie dies bei Desinfectionsversuchen der Fall ist, so sind die wesentlichsten Schlupfwinkel der Mikrobien, wie Rhagaden, Haarfollikel, Nägelfalze, bei der Entnahme des Materials besonders zu berücksichtigen.

Von nässenden Hautpartien, oberflächlichen oder tieferen nässenden oder eiternden Hautwunden gewinnt man das Untersuchungsmaterial ebenfalls durch sanftes Abstreichen der Secrete, während unversehrte Pusteln, Bläschen und Blasen nach vorsichtiger Reinigung der bedeckenden Haut mit Aether und Alkohol entweder mit der Nadel angestochen oder mit der *Pravaz*'schen Spritze punctirt werden. Die Verarbeitung des so gewonnenen Materials geschieht theils auf mikroskopischem, theils auf culturellem Wege.

Mikroskopisch wird das Material entweder im ungefärbten oder im gefärbten Zustande untersucht.

Die mikroskopische Untersuchung im ungefärbten Zustande findet nur beim Nachweis von Spross- und Fadenpilzen der Haut Anwendung, während die Untersuchung nach vorheriger Färbung der Objecte sowohl bei Bakterien wie Pilzen der Haut statthat, aber abgesehen von Schnittpräparaten überhaupt nur selten verwendet wird.

Die mikroskopische Untersuchung von ungefärbtem Hautmaterial auf Pilze wird fast ausnahmslos in mehr oder weniger verdünnter Kalilauge vorgenommen. Dieselbe hat den Zweck, die zelligen Elemente der Haut und die Hornsubstanz aufzulösen, resp. zu erweichen

und dadurch die Pilzkörper, welche nicht wesentlich verändert werden, deutlicher hervortreten zu lassen. Es genügt für diesen Zweck bereits eine 4%ige Lösung, doch kann man ohne Schaden auch 10- und selbst 25%ige Kalilauge anwenden. Zweckmässig ist es, das Präparat mit der Kalilauge schwach zu erwärmen, da die Aufhellung dann sehr schnell (in eventuell 1—2 Minuten) erfolgt.

Das Material selbst wird auf dem Objectträger in der Kalilauge leicht verrieben resp. zerdrückt, was am besten mit Hilfe eines Deckglases oder eines zweiten Objectträgers vorgenommen wird.

Die mikroskopische Untersuchung erfolgt entweder mittels des starken Trockensystems (Favus, Trichophytie) oder mittels der Immersion (Erythrasma), nur selten, z. B. beim Mikrosporon furfur, kann auch schwache Vergrösserung Anwendung finden.

Zum Zweck der mikroskopischen Untersuchung des Hautmaterials auf Mikroorganismen im gefärbten Zustande ist die Anwendung besonderer Färbeverfahren nothwendig, da die Horngebilde der Haut, in denen die Keime, speciell die Fadenpilze vorzugsweise wuchern, eine ähnliche Affinität zu den Anilinfarbstoffen haben wie die Bakterien und Pilze.

Die beste Methode zur Darstellung der Fadenpilze in der Hornschicht ist die von *Wälsch,* welche folgendermassen ausgeführt wird:

1. Färbung 10—15 Minuten in: Anilinwasser zwei Theile, concentrirte alkoholische Gentianaviolettlösung ein Theil;
2. Drei Minuten in: 5%iger wässeriger Jodkalilösung und Wasserstoffsuperoxyd zu gleichen Theilen;
3. Entfärben in angesäuertem Anilinöl (1% Acid. muriat.) 2 bis 8 Stunden;
4. Entfernen das Anilinöls durch Xylol; Canadabalsam.

Mit dieser Färbung kann eine Vorfärbung des Gewebes mit Carmin verbunden werden.

Die Fadenpilze sind dann violett, das Gewebe roth.

Auch die Methode von *Bizzozero* ist für Fadenpilze, speciell Favus, empfehlenswerth. Die Schuppen werden mit Eisessig auf den Objectträger gebracht und zerquetscht. Hierauf folgt Härtung und Entwässerung in Alkohol und Färben in *Ziehl*'scher Lösung drei Minuten lang. Nach vorsichtigem Abtrocknen mit Fliesspapier Einwirkung von Jod-Jodkaliumlösung (1:2:300) eine Minute. Dann Entfärbung in Anilinöl, welches oft gewechselt wird, bis keine Farbwolken mehr abgegeben werden. Untersuchung in Anilinöl oder Xylol. Die Pilzelemente erscheinen tiefdunkelroth auf blassrosa gefärbtem Gewebe (s. *Plaut*, Handbuch der pathogenen Mikroorganismen).

Sollen Haare der Färbung unterworfen werden, so ist es nöthig, dieselben vorher durch Einlegen in Alkohol-Aether zu entfetten.

Untersuchung auf pathogene Bakterien der Haut.

Unter den Bakterien der Haut sind vorzugsweise die Eiterkokken — Staphylokokken und Streptokokken — zu erwähnen. Streptokokken kommen ausser beim Erysipel bei der Impetigo contagiosa und beim impetiginösen Ekzem, seltener in Pusteln und Abscessen vor.

Bei der Impetigo und dem Ekzem finden sie sich meist zusammen mit Staphylokokken. Staphylokokken, und zwar fast ausschliesslich der Staphylococcus pyogenes aureus, finden sich ausser in Furunkeln und Pusteln einmal bei der Impetigo contagiosa, hier häufig gemischt mit Streptokokken, und dann bei allen Formen feuchter, nässender und impetiginöser Ekzeme.

Beim Erysipel, bei furunculösen und pustulösen Processen ist die ätiologische Rolle der Eiterkokken durch Inoculationsversuche sichergestellt worden, aber auch bei der Impetigo contagiosa, bei welcher derartige Impfungen fehlzuschlagen pflegen, müssen wir die Eiterkokken als die wahren Erreger ansehen. Die Staphylokokken und Streptokokken beim Ekzem haben dagegen nicht als die directen Erreger dieser Dermatose zu gelten, sondern beeinflussen nur den Verlauf des Ekzems, vielleicht auch die Art der Ausbreitung desselben.

Vielfach sind die Eiterkokken, welche sich in Ekzemen und besonders in den Herden der Impetigo finden, als specifische Ekzem- und Impetigokokken hingestellt werden, und besonders *Unna* hat versucht, theils auf Grund cultureller Charakteristica, theils morphologischer Eigenthümlichkeiten der Kokken in den Culturen bei Anwendung bestimmter Färbeverfahren die Kokken aus Ekzemen und Impetigoherden von den vulgären Staphylokokken zu scheiden.

Die verschiedenen Charakteristica, welche *Unna* auf Grund dieser Untersuchungsmethoden hervorgehoben hat, sind jedoch nicht derart, dass man die Specifität der Staphylokokken aus Ekzemen und Impetigoherden als erwiesen ansehen kann und auch die Untersuchungsmethoden selbst können nicht als vollkommen einwandfrei bezeichnet werden. Wir sind also vorläufig durchaus noch nicht in der Lage, auf Grund bakteriologischer Untersuchungen die Ekzem- und Impetigokokken von den vulgären Staphylokokken streng zu scheiden. Im Gegentheil, die Untersuchungen sprechen für eine enge Zusammengehörigkeit, resp. Identität. Es erübrigt daher, die *Unna*'schen Untersuchungsmethoden hier im einzelnen zu besprechen, und es genügt auf seine Originalartikel in den Monatsheften für praktische Dermatologie 1900 zu verweisen.

Von sonstigen Bakterien, welche gelegentlich bei Hautkrankheiten vorkommen, respective specifische Erreger bestimmter Dermatosen darstellen, sind ausser Tuberkel- und Leprabacillen speciell Diphtheriebacillen bei der echten Diphtherie der Haut, die Bacillen des Ulcus molle, und endlich der Bacillus pyocyaneus, das Bacterium coli, der Proteus vulgaris und verschiedene Anaëroben bei gangränösen Processen der Haut noch zu erwähnen. Die bakteriologischen Untersuchungsmethoden auf diese Bakterien finden fast durchgehends in anderen Abschnitten dieses Buches Berücksichtigung und erfordern daher an dieser Stelle keine eingehende Besprechung.

Bezüglich des Nachweises der Tuberkelbacillen in tuberculösen Hautaffectionen sei nur auf folgendes hingewiesen. Im grossen und ganzen glückt der mikroskopische Nachweis hier schwer und kommt daher praktisch nur selten in Anwendung. Am leichtesten gelingt es noch in tuberculösen Haut- und Schleimhautgeschwüren Tuberkelbacillen aufzufinden. Das Material entnimmt man dabei am besten vom Rande des Ulcus und färbt die Ausstrichpräparate nach *Ziehl-Neelsen* oder *Ehrlich*. Bei einigem Suchen gelingt es dann ziemlich

häufig, vereinzelte, bisweilen selbst ziemlich reichliche Bacillen nachzuweisen. Hüten muss man sich auch hier vor Verwechslung mit anderen säurefesten Bacillen, da solche in Haut- und Schleimhautulcerationen bisweilen vorkommen.

Auch bei der Tuberculosis cutis verrucosa, dem Impftuberkel, findet man in Schnittpräparaten bisweilen ohne gar zu grosse Mühe vereinzelte Tuberkelbacillen, so dass der mikroskopische Nachweis der Bacillen auch bei dieser Affection zuweilen noch von praktischer Bedeutung sein kann. Dagegen pflegen beim Lupus vulgaris die Tuberkelbacillen, soweit sie durch die üblichen Methoden darstellbar sind, so ausserordentlich spärlich zu sein, dass man gewöhnlich Hunderte von Schnitten durchmustern kann, ehe man einen oder einige Bacillen findet.

Eine praktische Bedeutung kommt dem mikroskopischen Bacillennachweis beim Lupus daher kaum zu, sondern derselbe hat für uns nur wissenschaftliches Interesse.

Mehr Aussicht auf Erfolg als die mikroskopische Untersuchung hat bei den tuberculösen Affectionen der Haut der Nachweis durch das Inoculationsverfahren. Dasselbe kommt daher auch praktisch nicht selten in Anwendung, obwohl die Entscheidung dabei erst nach Verlauf einiger Wochen gefällt werden kann.

Aber auch beim Inoculationsverfahren ist nur der positive Ausfall beweisend, der negative ist besonders beim Lupus kaum verwerthbar, da die Bacillen offenbar häufig zu spärlich oder nicht genügend virulent sind, um eine Infection des Thieres herbeizuführen.

Bezüglich der von *Ducrey* entdeckten Bacillen des Ulcus molle sei zunächst betont, dass dieselben zweifellos als die echten Erreger der Geschwüre zu gelten haben und ihr Nachweis auch klinisch nicht selten von Werth ist.

Die Ulcus molle-Bacillen stellen kleine, an den Enden abgestumpfte Stäbchen dar, welche sich mit den gebräuchlichen Anilinfarbstoffen ziemlich leicht färben und dabei häufig eine ausgesprochene Polfärbung zeigen, so dass die Bacillen Diplokokken vortäuschen können. Am besten tingiren sie sich mit *Löffler's* Methylenblau, Boraxmethylenblau und polychromem Methylenblau. Ferner treten sie bei der von *Schäffer* speciell für Gonokokken angegebenen Doppelfärbung (s. Färbung des Gonococcus unter „Harnbakterien") recht deutlich hervor.

Bei Anwendung der *Gram*'schen Methode entfärben sich die Ulcus molle-Bacillen. Die Züchtung der Bacillen des Ulcus molle auf künstlichen Nährböden ist noch nicht sicher gelungen. Diagnostisch ist jedenfalls nur die Thatsache verwerthbar, dass auf unseren gewöhnlichen Nährböden eine Entwicklung der *Ducrey*'schen Bacillen jedenfalls nicht stattfindet. Für Thiere sind die Bacillen des weichen Schankers nicht pathogen. Alles in allem haben die Ulcus molle-Bacillen keine besonders charakteristischen morphologischen und tinctoriellen Eigenschaften, durch welche die Diagnose ohne weiteres und mit Sicherheit ermöglicht würde. Dagegen zeigen die Bacillen im Gewebe gewöhnlich eine so eigenartige Anordnung in langen Ketten, dass hieraus die Diagnose mit fast völliger Sicherheit gestellt werden kann. Im Secret der Geschwüre tritt diese charakteristische kettenförmige Lagerung der Bacillen jedoch nicht besonders hervor, sondern die Stäbchen liegen im Ausstrichpräparat der Geschwürssecrete, theils isolirt und frei, theils

einzeln oder zu mehreren innerhalb von polynucleären Leukocyten, und Ketten findet man nur selten. Die Diagnose „Ulcus molle-Bacillen" stützt sich bei Ausstrichpräparaten von Geschwürssecreten daher nur auf die — kaum charakteristische — Form, die häufige intracelluläre Lagerung, die Polfärbung der Stäbchen sowie den negativen Ausfall des Culturverfahrens und ist daher besonders bei spärlichem Bacillengehalt nicht mit Sicherheit zu stellen.

In Schnittpräparaten aus den Randpartien der Geschwüre findet man dagegen meist kettenförmige Bacillenzüge, welche zwischen den Retezellen und Bindegewebsfibrillen senkrecht in die Haut eindringen. Dieses Bild ist so charakteristisch, dass es die Diagnose „Ulcus molle-Bacillen" fast mit Sicherheit erlaubt.

Bisweilen — besonders in älteren Schankergeschwüren — sind die Bacillen aber so spärlich, dass mikroskopisch weder im Ausstrichpräparat noch im Schnittpräparat Bacillen gefunden werden können; in solchen Fällen gelingt der Nachweis von Bacillen oft noch durch das Inoculationsverfahren in die menschliche Haut. Man geht dabei so vor, dass man — am besten in der seitlichen Bauchgegend des Patienten selbst — wie bei der Schutzpockenimpfung mit der Spitze eines Scalpells oder einer Nadel die Haut an ein bis zwei Stellen leicht einritzt, so dass gerade einige kleine Blutpunkte auftreten und in diese ca. 1 Cm. langen cutanen Schnitte oder Risse das Secret des fraglichen Geschwürs einimpft. Handelt es sich um Ulcus molle, so entwickelt sich aus der Impfstelle nach 2—3—4 Tagen ein typischer weicher Schanker, in dem die Bacillen mikroskopisch im Secret und im Schnitt nun leicht und in meist grosser Menge nachweisbar sind, während Culturen steril bleiben oder höchstens einige banale Colonien aufgehen, die als Verunreinigungen zu betrachten sind.

Die Excision solcher Inoculationsgeschwüre geschieht am besten nach Vereisung der Ulcera mittelst des Aether- oder Aetherchlorid-Sprays durch einen flachen Schnitt mit dem Rasirmesser oder einen Scheerenschlag.

Die Inoculationsgeschwüre selbst heilen stets leicht und prompt auf Carbolätzung und folgende Jodoformbehandlung, so dass eine derartige Inoculation keinerlei Bedenken hat.

Bei richtigem Vorgehen schlagen die Inoculationen beim weichen Schanker nur selten fehl und nur bei sehr alten, besonders serpiginösen und phagedänischen Ulcera mollia gehen sie bisweilen nicht an.

Untersuchung auf pathogene Pilze der Haut.

A. Untersuchung auf Fadenpilze.

Da die Eintheilung der Hyphomyceten wesentlich nach ihren Fructificationsorganen geschieht, die pathogenen Pilze der Haut aber keine derartigen Fortpflanzungsorgane besitzen, so ist es bisher trotz aller Bemühungen nicht gelungen, denselben eine sichere Stellung im System anzuweisen.

Wir sind heute noch ebenso wie zur Zeit der Entdeckung dieser Hautpilze im grossen und ganzen darauf angewiesen, die bei den verschiedenen Krankheitsformen sich findenden Pilze als ebenso viele besonderer Arten anzusehen und müssen es dahingestellt sein lassen, ob

nicht einzelne Formen dieser Affectionen (besonders Trichophytie-Formen) von differenten Pilzen erzeugt werden und andererseits, ob nicht einzelne dieser Pilzarten, welche wir jetzt scharf trennen (z. B. Trichophytie und Favus), doch vielleicht im Grunde identisch sind und unter besonderen Verhältnissen ineinander übergehen können.

Die Krankheiten, welche hier in Betracht kommen, sind der Favus, die Trichophytie, die Pityriasis versicolor, das Erythrasma und die Piedra.

Der diagnostische Werth der bakteriologischen Untersuchung auf Pilze ist bei diesen Krankheiten im grossen und ganzen nur ein bedingter, d. h. der negative Ausfall ist meist nicht beweisend, und differentialdiagnostisch ist der bakteriologische Befund häufig nicht entscheidend; immerhin ist die bakteriologische Untersuchung in vielen Fällen sehr werthvoll.

I. Favus.

Die Entnahme des Untersuchungsmaterials geschieht bei Favus, sofern Scutula vorhanden sind, natürlich aus diesen und das Material bedarf unter diesen Umständen zur mikroskopischen Untersuchung keiner weiteren Vorbereitung, speciell keiner Aufhellung in Kalilauge.

Nicht deutlich hervortretende Scutula kann man sich manchmal durch Betupfen des Kopfes mit Spiritus leichter sichtbar machen. Kleine Scutula treten dann als schwefelgelbe Pünktchen unter den mehr grauen Schuppen hervor. Wählt man zur Untersuchung Schuppen oder Haare, so müssen dieselben in der bereits erwähnten Weise in Kalilauge aufgehellt werden. Sind die Pilze sehr spärlich, so ist die oben besprochene Färbung der Pilze nach *Wälsch* bisweilen vortheilhaft. Sofern sich unter den Schuppen nicht gerade Stellen finden, welche auf Scutula verdächtig sind, ist es immer am besten, Haare der Untersuchung zu unterwerfen, da bei spärlichem Pilzbefund dem weniger Geübten in den Schuppen leicht Fehldiagnosen passiren. Einmal werden nicht selten Fetttröpfchen für Sporen und die Grenzen aufeinanderstossender Epithelien für Mycelien gehalten und dann kommen in den Schuppen auf dem Kopfe mitunter auch vereinzelte Fäden nicht pathogener Schimmelpilze vor. In den Haaren ist das Bild der Pilzwucherungen dagegen nicht nur ausserordentlich charakteristisch, sondern in die Haare dringen auch niemals saprophytische Schimmelpilze ein.

In den Scutula findet man die Pilzelemente in ausserordentlicher Vielgestaltigkeit vor und dieses ist für den Favuspilz des Menschen charakteristisch. Bei mittelstarker Vergrösserung sieht man einmal doppelt conturirte, volle runde oder mehr rechteckige Sporen, welche 3—8 μ lang und 3—4 μ breit sind und bald isolirt, bald in Ketten lagern. Daneben finden sich Haufen von Mycelien, welche theils breite Schläuche darstellen, nicht selten mit keulenförmigen Anschwellungen an der Spitze, theils Fäden, welche sich gabelig theilen oder seitliche Sprossen zeigen. Dazwischen sieht man gewöhnlich nur wenig gequollene Epidermiszellen, Detritus und Fetttröpfchen. In den Schuppen findet man ähnliche Formen der Pilze, ebenfalls meist in kleinen Häufchen, seltener vereinzelt. In den Haaren sind meist stark septirte Mycelketten enthalten, welche aus fast rechtwinkligen Gliedern bestehen und vorzugsweise in der Längsrichtung des Haares angeordnet sind. Bei quer in oder auf dem

Haare verlaufenden Fäden hüte man sich vor einer Verwechslung mit Bruchstreifen des Haares, welche nicht selten quer oder schräg über dasselbe verlaufen und von Ungeübten mitunter für Pilzfäden gehalten werden.

Wie schon oben erwähnt, ist bei spärlich vorhandenen Pilzelementen besonders im herpetischen Vorstadium des Favus, Untersuchung des Materials im gefärbten Zustande oft empfehlenswerth. Differentialdiagnostisch leistet die mikroskopische Untersuchung nicht allzu viel. Wo klinisch die Diagnose zwischen Favus und Trichophytie schwankt, da gibt auch die mikroskopische Untersuchung meist keinen völlig sicheren Aufschluss über die Art der Pilze. Das oben geschilderte mikroskopische Bild, speciell die Vielgestaltigkeit der Pilzelemente spricht zwar stets sehr für Favus; bei spärlichen Pilzfäden ist eine Entscheidung, ob es sich um Favus oder Trichophytiepilze handelt, auf Grund des mikroskopischen Befundes jedoch nicht möglich.

Die Cultur leistet in solchen Fällen meist mehr, vermag aber doch nicht selten auch keine völlig sichere Entscheidung zu bringen, da sich auch die Culturen des Favus und Trichophytonpilzes ausserordentlich gleichen können.

Zur Züchtung der Favuspilze wendet man einmal die *Král*sche Methode an, welche folgendermassen ausgeführt wird: Um die Sporen und Mycelien völlig zu isoliren, verreibt man das Material mit ausgeglühter Infusorienerde in einer Porzellanschale, beschickt verflüssigtes Agar (40°) mit 2—3 Platinösen des so verriebenen Materials und giesst Platten. Dieselben werden am besten im Brutschrank zur Entwicklung gebracht und nach 2—3 Tagen mit der schwachen Vergrösserung untersucht. Verdächtige Pilzcolonien werden dann vorsichtig abgeimpft und auf neue Röhrchen übertragen.

Für die Praxis genügt es meist, folgendes Verfahren zu benützen, welches in der dermatologischen Klinik in Breslau gewöhnlich zur Anwendung kommt und sich besonders für die Züchtung von Favuspilzen aus Haaren eignet:

Die Haare oder kleinen Schuppen werden zunächst in Aether einige Minuten entfettet und gereinigt, sodann in Wasser abgespült und nun in einer 1%igen Argentumlösung 1—2 Minuten oberflächlich desinficirt. Aus der Argentumlösung kommt das Material zur Entfernung und Unschädlichmachung des überschüssigen Argentums für kurze Zeit in Wasser und dann in physiologische Kochsalzlösung. Nun werden die Haare nochmals in Wasser abgespült, mit steriler Schere in so kleine Partikel zerlegt, dass man sie gerade noch mit der Pincette fassen kann — also die Haarbälge etwa in 1 Mm. lange Stücke — und diese Partikelchen werden nun auf Agarplatten oder schrägen Agarröhrchen sorgfältig vertheilt.

Die oberflächlich auf den Haaren und Schuppen liegenden Mikrobien sind durch das Argentum abgetödtet worden, während dasselbe in das Innere der Schuppen und besonders der Haare nicht genügend einzudringen vermag und die hier befindlichen Pilze daher lebensfähig bleiben; sie sprossen dann aus den Schnittstellen der Haare hervor.

Am besten gedeiht der Favuspilz bei höheren Temperaturen, das Optimum liegt bei 35°. Bei dieser Temperatur kommt es nach etwa acht Tagen zu stecknadelkopfgrossen Colonien, die nach 2—3 Wochen ihre

höchste Entwicklung erreicht haben. Sie bilden dann entweder wachsartige gelbliche Kuchen, gewöhnlich mit einer centralen Erhebung und radiären Falten. Dabei ist entweder überhaupt kein Luftmycel vorhanden oder es kommt nur zur Entwicklung eines ganz leichten Flaums, so das die Cultur wie bestäubt aussieht.

In anderen Fällen, die man vielfach als besondere Arten hingestellt hat, bildet sich eine mehr flächenartige Colonie mit reichlichem Luftmycel.

Nicht selten zeigt die Colonie ein mehr röthliches, bisweilen auch ein mehr violettes Colorit. Charakteristisch ist für die Favuspilze, zu gleicher Zeit aber auch für die Trichophytiepilze das senkrechte Hineinwuchern der Mycelfäden in den Nährboden.

Als letzte diagnostische Untersuchungsmethode kommt schliesslich noch die Impfung von Mäusen, welche ziemlich leicht an Favus erkranken, in Betracht. Aber auch hier ist nur der positive Ausfall entscheidend, da nicht jeder Favuspilz für die Maus stets pathogen ist. Die Impfung geschieht am einfachsten durch Einreiben des Materials in die Haut am Kopf oder am Schwanz.

Alle diese differential-diagnostischen Untersuchungen haben für die Praxis häufig keine ausschlaggebende Bedeutung, da es prognostisch und therapeutisch bei zweifelhaften Affectionen, z. B. des Kopfes, meist ziemlich gleichgiltig ist, ob man es mit einem Favus oder einer Trichophytie zu thun hat. Weit wichtiger ist es gewöhnlich nachzuweisen, dass es sich überhaupt um eine Pilzerkrankung handelt.

II. Trichophytiepilze.

Bei den Trichophytonerkrankungen der Haut ist es trotz zahlreicher eingehender Studien noch immer recht zweifelhaft, ob die einzelnen klinischen Formen stets an eine bestimmte Art oder Varietät des Pilzes gebunden sind, oder ob ein Pilz, respective eine Varietät verschiedene klinische Bilder erzeugen kann. Ebenso ist es noch fraglich, ob es sich um echte, unveränderliche Arten und Varietäten von Pilzen handelt oder nur um vorübergehende Spielarten, die ineinander übergehen können.

Wir verzichten daher darauf, all die vielen Untersuchungsmethoden, speciell die Züchtungsversuche und ihre Resultate hier im einzelnen wiederzugeben und beschränken uns nur auf die wesentlichsten, in der Hauptsache feststehenden Punkte.*

Man kann danach heute wohl drei besondere Trichophytonpilze unterscheiden, die drei Krankheitsbilder hervorrufen, welche nicht nur klinisch constante Eigenthümlichkeiten zeigen, sondern auch eine auffallend verschiedene geographische Verbreitung aufweisen.

Es sind dies:

1. Die Mikrosporie oder die *Gruby*'sche Krankheit;
2. die grosssporige Kopftrichophytie der Kinder (Trichophytie à grosse spore oder la tondante peladoide bénigne *Sabouraud*);
3. unsere gewöhnliche einheimische Trichophytie des Bartes und des Körpers.

---

*) Näheres hierüber findet sich bei *Plaut* im „Handbuch der pathogenen Mikroorganismen" von *Kolle* und *Wassermann*.

1. Mikrosporie.

Die Affection, welche kleine schuppige Herde auf den Köpfen der erkrankten Kinder bildet, wurde zuerst von *Gruby* beschrieben und der bei ihr von diesem Autor gefundene Pilz Mikrosporon Acedonini genannt. Zum mikroskopischen Nachweis der Pilze muss man die kurz über dem Haarboden abgebrochenen Stümpfe wählen, welche mit einer grauweissen Scheide überzogen sind, was man besonders bei Betrachtung mit der Lupe sieht. Dieselben lassen sich leicht epiliren, obwohl dabei die Haarwurzel selbst im Follikel zurückbleibt und die Haare wenige Millimeter unterhalb des Niveaus abbrechen. Die mikroskopische Untersuchung solcher Haare in Kalilauge ergiebt Folgendes: Die Scheide der Haarstümpfe wird in der Hauptsache aus lauter kleinen, dicht aneinander liegenden polyedrischen ektogenen Sporen gebildet, das Haar selbst ist gewöhnlich nur von wenigen Pilzfäden mit winkligen Aesten durchzogen und ebenso finden sich in den Schuppen nur vereinzelte geradlinige, feine Mycelien.

Auch in der Cultur unterscheidet sich das Mikrosporon hinlänglich von andern Trichophytonpilzen. Die Spore keimt auf Nähragar in 24—48 Stunden bei Bruttemperatur aus. Es bildet sich dann zunächst ein fein verzweigtes Mycel mit gerade verlaufenden, langgestreckten septirten Fäden, an denen sich nach einigen Tagen ungemein zahlreiche Anschwellungen entwickeln. Diese sind nach *Plaut* für das Mikrosporon Audouini charakteristisch. Makroskopisch bildet das Mikrosporon Audouini auf Bierwürzenagar weisse flaumige Rasen, auf dem Milieu d'épreuves von *Sabouraud* (Maltose 4,0, Pepton 2,0, Fucus crispus 1,5, Aq. dest. 100,0) entstehen radiäre Falten mit centraler Knopfbildung.

Der Pilz ist für Meerschweinchen pathogen.

2. Grosssporige Trichophytie der Kinderköpfe.

Als Untersuchungsmaterial dienen die erkrankten Haare, welche kurz über dem Haarboden abgebrochen sind und daher gewöhnlich nur mit Mühe epilirt werden können.

Bei der mikroskopischen Untersuchung dieser gewöhnlich beträchtlich verdickten Stummel findet man das Innere mit grossen, runden oder mehr viereckigen, etwas ungleichmässigen, doppelt conturirten Sporen ausgefüllt, welche in langen Reihen dicht nebeneinander liegen und dadurch Rosenkranzketten bilden.

Züchtungen ergeben auf dem Milieu d'épreuves zugespitzte Culturen mit radiärer Faltenbildung von crêmweisser Farbe und fein bestaubter Oberfläche.

3. Eigentliche Trichophytonpilze.

Als Untersuchungsmaterial verwendet man bei Trichophytien des Bartes am besten die Haare am Rande der Affection, eventuell auch die Schuppen; bei oberflächlichen Trichophytien nicht behaarter Körpertheile die Schuppen am Rande des Herdes; bei tiefgehenden Formen, der sogenannten Sycosis und dem Kerion Celsi, theils die lockeren Haare, theils den Eiter, welcher sich aus der Tiefe des Krankheitsherdes meist leicht auspressen lässt. Letzterer eignet sich besonders zur Anlegung von Culturen, da er ausser Trichophytonpilzen gewöhnlich keine oder nur

spärliche andere Mikrobien enthält. Die mikroskopische Untersuchung geschieht ebenso wie beim Favus gewöhnlich in Kalilauge und nur bei spärlichem Pilzbefund wendet man ausnahmsweise einmal die Färbung nach *Waelsch* oder *Bizzozero* an.

Bei den oberflächlichen Trichophytien des Bartes gelingt der mikroskopische Nachweis der Pilze bei einigem Suchen in der Mehrzahl der Fälle. Das Culturverfahren giebt hier in derselben Weise wie beim Favus angewendet noch sicherere Resultate.

Bei den oberflächlichen Trichophytieformen unbehaarter Körpertheile gelingt der mikroskopische Nachweis der Pilze bei schuppenden Formen ebenfalls recht häufig; bei Formen mit stärkerer Bläschenbildung und Entzündung im ganzen selten.

Das Culturverfahren ergiebt bei schuppenden Formen meist weniger gute Resultate. Bei den tiefgehenden Sykosisformen gelingt der mikroskopische Pilznachweis meist schwer, der culturelle erheblich besser.

Manchmal kann auch die von *Behrendt* angeführte Chloroformprobe von Werth sein, um vereinzelte pilzhaltige Haare aufzufinden und Haare mit Trichophytonpilzen von solchen mit Favuspilzen zu unterscheiden. Alle Haare, in welche Trichophytonpilze eingedrungen sind, werden nämlich durch diese zerklüftet und zersplittert und dadurch nach Entfettung durch Chloroform lufthaltig, was sich in einer matten, weisslichen Verfärbung der Haare äussert.

Da der Favuspilz keine so starke Zerklüftung der Haare hervorbringt, tritt bei Favushaaren diese weissliche Verfärbung nicht oder nicht in so hohem Masse ein.

In den Haaren präsentiren sich die Trichophytonpilze meist in Form mehr oder weniger stark septirter Fäden, die innerhalb des Haares längs angeordnet sind. In den Schuppen und auf den Haaren findet man theils verzweigte Mycelien, theils Haufen grosser, runder oder mehr rechteckiger Sporen. In den Culturen treten ausserordentlich weitgehende Differenzen auf, selbst bei Verwendung vollkommen identischer Nährböden auch des Milieu d'épreuves von *Sabouraud.*

Im grossen und ganzen bildet der Trichophytonpilz grosse, vielstrahlige Sterne mit unregelmässigen langen Strahlen. Das Centrum ist bei der ausgewachsenen Cultur auf der Oberfläche meist nur leicht bestäubt, mehlartig, bisweilen wird jedoch ein reichliches, flaumartiges Luftmycel gebildet. Die Colonie selbst zeigt recht verschiedene Färbung. Meist ist sie gelbbräunlich, bisweilen mehr röthlich, selbst kirschroth, andermal mehr violett oder bläulich. Stets ist die Färbung der Unterfläche der Cultur etwas dunkler als der Nährboden und es wird ebenso wie beim Favus ein Hineinwuchern der Pilze in den Nährboden beobachtet. Gelatine wird wie bei allen hierher gehörigen Pilzen verflüssigt, zum Theil unter entsprechender Verfärbung.

Die Mycelien zeigen bisweilen Anschwellungen, aber nie in so grosser Menge wie beim Mikrosporon und gewöhnlich auch nicht so reichlich wie beim Favus. Die Sporen werden gewöhnlich von kleinen Stielen seitlich abgeschnürt. Daneben finden sich eigenthümliche Spindelformen, welche entweder am Ende von den Hyphen, aber auch im Verlaufe und am Ende dicker Mycelien vorkommen.

Die Spindeln sind mehrkammerig und von recht verschiedener Grösse und aus jeder Kammer kann wieder ein Keimschlauch spriessen.

Daneben kommt es auch zu starker Septirung der Fäden und Bildung unregelmässiger Rosenkränze. Alle diese Eigenthümlichkeiten sind aber im hohen Grade variabel und vorübergehend, sie können daher nicht als Eintheilungsprincip einzelner Trichophytonarten verwendet werden und haben keine grosse differentialdiagnostische Bedeutung; ich sehe daher auch davon ab, näher auf sie einzugehen.

III. Pityriasis versicolor.

Da der Pilz der Pityriasis versicolor, das Mikrosporon furfur, ganz oberflächlich in der Oberhaut sitzt und nie weiter als bis zur Grenze der basalen Hornschicht wuchert, genügt zur mikroskopischen Untersuchung stets eine Entnahme des Materials von den erkrankten Stellen durch ganz leichtes oberflächliches Abschaben der Hornschicht. Am besten macht man dies mit einem breiten Skalpell, welches man zweckmässig leicht anfeuchtet, damit die abgekratzten Hornschüppchen besser an ihm haften bleiben.

Die Untersuchung geschieht am besten in Kalilauge, doch genügt auch Wasser oder Glycerin. Die Anordnung der Pilze in den Hautschuppen ist ausserordentlich charakteristisch und diagnostisch ohne weiteres entscheidend.

Neben meist kurzen, mässig dicken, gekrümmten Hyphen findet man mächtige, traubenförmige Sporenhaufen, welche aus dicht aneinandergelagerten groben, runden Sporen bestehen. Bald erscheinen die Sporen mehr glänzend, bald mehr granulirt.

Die Züchtung des Mikrosporon furfur scheint in den letzten Jahren *Spietschka* und *Matzenauer* in der That gelungen zu sein. Das Mikrosporon geht in der ersten Generation zwar sehr schwer an, so dass gewöhnlich nur in einem geringen Procentsatz der Fälle die Cultur gelingt, wächst dann aber immer ziemlich leicht auf den meisten gebräuchlichen Nährböden. Ueberimpfungen auf die menschliche Haut haften nur schwer. Diagnostische Bedeutung hat die Cultur jedoch nicht, zumal das charakteristische mikroskopische Bild in dieser Beziehung vollkommen ausreicht.

IV. Erythrasma.

Das Erythrasma wird nach der Ansicht der meisten Autoren durch das Mikrosporon minutissimum hervorgerufen, doch glauben andere, dass dieser Pilz, welchen man auch sonst in entzündeter Haut findet, beim Erythrasma mehr die Rolle eines Saprophyten spiele und das Erythrasma als eine besondere Form des Intertrigo anzusehen ist. Immerhin hat die mikroskopische Pilzuntersuchung auch hier diagnostischen Werth, da sich die Pilze regelmässig und meist in reichlicher Menge in den Schuppen, besonders am Rande der Affection finden. Die Schuppen werden ebenso wie bei der Pityriasis versicolor gewonnen.

Die Untersuchung geschieht wegen der Kleinheit der Pilze am besten mit Immersion, und zwar entweder in Kalilauge oder noch besser nach vorheriger Färbung des Materials nach der Methode von *Bizzozero*.

Der Pilz bildet ungemein feine X- und Y-förmige, gekrümmte, verzweigte, dicht septirte Mycelien und feine, runde und rechteckige Sporen, welche durch Segmentation der Mycelien zu entstehen scheinen. Die Breite der einzelnen Glieder beträgt nach *Sabouraud* 0,8—1,3 μ, die Länge 5—7—15 μ. Die Züchtung des Pilzes ist bisher nicht gelungen.

V. Piedra.

Die Piedra genannte Erkrankung der Haare kommt bei uns nur höchst selten vor und sei daher nur anhangsweise erwähnt.

Bei Untersuchung der kleinen Knoten in Kalilauge zeigt sich, dass dieselben wesentlich aus Anhäufungen runder ovaler, bald kleinerer, bald grösserer Pilzsporen gebildet werden. Die Sporen sind in eine schleimige Masse eingebettet und durch dieselbe zusammengehalten und haben infolge des engen Zusammenliegens eine mosaikartige Form angenommen. Je nach der Form der Haarknoten und Grösse der Haarsporen sind verschiedene Pilzarten beschrieben worden, denen aber keine grössere diagnostische Bedeutung zukommt.

B. Untersuchung auf pathogene Hefen der Haut.

Erst vor wenigen Jahren sind auch unter den Hefen pathogene Arten aufgefunden worden, und speciell bei einigen eigenartigen Ulcerationsformen der Haut darf man die ätiologische Rolle einiger Hefen durch die Untersuchungen von *Busse, Buschke, Gilchrist* u. a. als erwiesen ansehen. Die Auffindung dieser parasitären Hefen im Gewebe gelingt stets am besten im ungefärbten Präparat. Die Parasiten zeichnen sich schon durch den leuchtenden Glanz vor den Gewebszellen aus und treten nach Zusatz von Natronlauge noch deutlicher hervor. Die Gewebselemente hellen sich dann bis auf kleine Reste auf, während die Hefen, welche gegen die Natronlauge widerstandsfähiger sind, ihr früheres Aussehen beibehalten *(Busse)*. Die gebräuchlichen Färbeverfahren mit Carmin, Hämatoxylin, sowie mit Anilinfarben eignen sich zur Darstellung der Hefen im Gewebe nicht, da Zellkerne und Hefen in ähnlicher Weise tingirt werden und schwer zu unterscheiden sind.

Busse empfiehlt folgendes Verfahren, um die Gewebsveränderungen und Hefen zugleich im gefärbten Zustande zu studiren:

Färbung in Hämatoxylin 15 Minuten, Abspülen in Brunnenwasser 5 Minuten.

Dünne Carbolfuchsinlösung (ein Theil *Ziehl*'sche Lösung auf 20 Theile Wasser) $^1/_2$—24 Stunden.

Entfärben in Alkohol, wenige Secunden bis einige Minuten, absoluter Alkohol, Xylol, Canadabalsam.

Hat man die Entfärbung richtig getroffen, so treten die Hefen als roth gefärbte Körper neben den blau gefärbten Gewebskernen deutlich hervor.

Unter den Parasiten der Haut wären schliesslich noch die verschiedenen **thierischen Schmarotzer** zu erwähnen. Es gehören hierher vor allem die verschiedenen Läusearten: Pediculi capitis, vestimentorum und pubis, und ferner die Scabiesmilbe.

Die Untersuchung auf diese thierischen Parasiten finden in der Art statt, dass dieselben mit der Pincette gefangen (Pediculi) oder mittels einer Nadel vorsichtig aus dem Hautgange ausgegraben werden (Scabiesmilbe) und dann mit schwachem Trockensystem oder starker Lupenvergrösserung besichtigt werden.

Bakteriologische Untersuchungsmethoden kommen hier nicht in Betracht und wir können von einer eingehenderen Besprechung daher Abstand nehmen.

Die bakteriologische Diagnostik der Ergüsse der grossen Körperhöhlen.

Von Privatdocent Dr. **E. Friedberger**, Königsberg i. Pr.

Für die bakteriologisch diagnostische Untersuchung von Ergüssen der grossen Körperhöhlen kommt einmal das Material, das bei therapeutischen Massnahmen (Punctionen, Empyemoperationen etc.) erzielt wird, in Betracht, sodann aber die ad hoc durch die Probepunction gewonnenen Flüssigkeiten.

Als Instrument für die Probepunction dient die gewöhnliche Pravazspritze von 2—10 Ccm. Inhalt.

Die Spritze muss zuverlässig sterilisirbar sein, der Kolben luftdicht schliessen und zugleich leicht im Spritzenrohr laufen. Am empfehlenswerthesten dürften Glasspritzen mit regulirbarem Asbestkolben oder mit exact eingeschliffenem Glaskolben sein.

Die Canüle soll eine beträchtlichere Länge als die der gewöhnlichen Injectionsspritze (mindestens 6 Cm.) und etwa das doppelte Caliber als diese haben, das jedoch nach Möglichkeit nicht auf Kosten der Canülendicke, sondern durch bessere Ausbohrung des Lumens zu erreichen ist. Die Anwendung zu dicker Canülen vermehrt die Gefahren des an sich für den Patienten ja unbedenklichen Eingriffes. Immerhin wird man zuweilen die Anwendung weiterer Canülen, namentlich bei der Aspiration zähflüssigen Eiters nicht vermeiden können. Vor allem ist ferner darauf zu achten, dass die Canüle auf das exacteste auf die Spritzenmündung aufgepasst ist, damit nicht bei der durch die Aspiration bedingten Luftverdünnung im Spritzeninnern mit oder gar an Stelle der Flüssigkeit die unter hoher Druckdifferenz stehende Aussenluft in die Spritze gesaugt wird.

Den luftdichten Abschluss sowohl der Canüle gegen die Spritze, wie des Stempels gegen das Spritzenrohr prüft man in der Weise, dass man bei luftdichtem Verschluss der Canülenöffnung den Kolben ein Stück weiter herauszieht oder den vorher zur Hälfte herausgezogenen Kolben eindrückt; in beiden Fällen muss der Stempel spontan in seine frühere Lage zurückschnellen.

Für die Punction ist ein absolut steriles Vorgehen ein unbedingtes Erfordernis, nicht nur im Interesse des Patienten, sondern auch mit Rücksicht auf die Exactheit der bakteriologischen Untersuchung.

Das nach der lege artis erfolgten Desinfection der Hautstelle mit steriler Spritze entnommene Material wird bakteriologisch in drei Richtungen verarbeitet.

Es dient 1. zur Anfertigung mikroskopischer Präparate, 2. zur Herstellung von Reinculturen der vorhandenen Bakterienarten, 3. zur Anstellung des Thierversuches.

1. Das mikroskopische Präparat.

Die Anfertigung des Hängetropfens und des gefärbten Deckglaspräparates giebt Aufschluss über die Art und Zahl der Keime, über eine eventuell vorhandene Mischinfection u. s. w.

Damit erhalten wir bereits Directiven, die für den Modus des weiteren Vorgehens bezüglich Züchtung und Thierversuch mit bestimmend sind. Beim bequemen mikroskopischen Nachweis von Tuberkelbacillen z. B. wird die Impfung des Meerschweinchens sich i. R. als überflüssig erweisen. Bei reichlicher Mischinfection wird das Plattenverfahren mit ausgedehnten Verdünnungen anzuwenden sein u. s. w.

Sehr häufig ist auch in Exsudaten bakteriellen Ursprungs, namentlich in serösen, der Gehalt der Flüssigkeit an Keimen ein sehr geringer. Man wird sich daher nicht mit der Anfertigung eines Präparates begnügen dürfen. Oft führen hier erst die Centrifugirung oder eines der zahlreichen Sedimentationsverfahren zum Ziel.

Für Tuberkelbacillen kommen in dieser Hinsicht die Methoden in Betracht, die für die Sputumsedimentirung angegeben sind (cfr. pag. 387), speciell des Verfahrens von *Biedert*. Bei blutigen Exsudaten muss hier übrigens der Alkalizusatz vor Eintritt der Gerinnung erfolgen, da sich sonst der Blutkuchen zu einer compacten Masse zusammenklumpt *(B. Mayer)*.

Die Sedimentirung, vor allem von empfindlicheren, die Einwirkung der Kalilauge nicht vertragender Bakterien lässt man spontan erfolgen, wobei in die Flüssigkeit gebrachte Wattepfröpfchen oder spontan sich bildende Gerinnsel *(Lichtheim)* die Mikroorganismen zu Boden reissen. In nucleoalbuminhaltigen Flüssigkeiten wird nach *Ilkewitsch* durch Zusatz von Essigsäure ein Niederschlag erzeugt, der die Bakterien mit sich zu Boden reisst.

Selbstverständlich müssen die einer länger dauernden Sedimentation auszusetzenden Proben in sterilen Gefässen (Spitzglas) möglichst im Eisschrank aufgestellt werden.

Sowohl für den mikroskopischen Nachweis wie für die im folgenden zu besprechende Züchtung spärlich vorhandener Bakterien, speciell des Tuberkelbacillus, kommen besondere Anreicherungsverfahren in Anwendung. Man lässt die spärlichen Bacillen sich zunächst durch Zusatz wachsthumfördernder Agentien bei geeigneter Temperatur künstlich vermehren und sucht sie dann in Präparaten oder durch Züchtung nachzuweisen (cfr. die Verfahren zur Anreicherung des Tuberkelbacillus aus Sputum, pag. 389, 341).

2. Die Züchtung.

Mit Züchtung der Bakterien aus einem Exsudat verfolgen wir wie mit der künstlichen Bakterienzüchtung überhaupt verschiedene Zwecke.

Hat die mikroskopische Untersuchung keinen Anhalt für das Vorhandensein von Bakterien gegeben, so handelt es sich darum, durch das Züchtungsverfahren eventuell doch vorhandene spärliche Mengen von

Mikroorganismen nachzuweisen. In solchem Falle wird man principiell den Nährboden mit grösseren Mengen der Ausgangsflüssigkeit impfen als wenn der Nachweis grösserer Mengen von Mikroorganismen mikroskopisch erbracht ist.

Sind mikroskopisch Bakterien in Reincultur vorhanden, so dürfte in der Mehrzahl der Fälle die Impfung von Exsudatmengen in Röhrchen mit Nährmaterial genügen, um Reinculturen zu erzielen und an diesen die Identität der Art festzustellen.

Bei mikroskopisch erwiesener Mischinfection ist die Isolirung der einzelnen Arten nach dem Princip des *Koch*'schen Plattenverfahrens zu erstreben.

Für die Wahl eines speciellen Nährmediums wird die Art der mikroskopisch gefundenen oder aus klinischen Symptomen vermutheten Bakterien bestimmend sein. Handelt es sich z. B. um einen im Anschluss an Influenza entstandenen Erguss, so ist neben der Verimpfung auf die allgemein üblichen Nährböden die Beschickung hämoglobinhaltigen Agars nicht zu unterlassen.

3. Der Thierversuch.

Die Thierimpfung wird unter Umständen sowohl mit der Exsudatflüssigkeit direct wie mit den aus ihr gewonnenen Reinculturen vorgenommen. Dient sie in letzterem Fall ausschliesslich zur Feststellung der Identität oder Virulenz einer Bakterienart, so kann sie in ersterem Fall daneben den Zweck haben, zur Isolirung oder Anreicherung einer künstlich schwer züchtbaren Species zu dienen.

In einem Exsudat z. B., in dem sehr spärliche Tuberkelbacillen neben reichlichen Mengen anderer Arten vorhanden sind, wird es viel bequemer und einwandfreier als durch die Methoden der künstlichen Züchtung auf dem Umweg der Impfung von Meerschweinchen gelingen, die Tuberkelbacillen nachzuweisen.

Da in den entzündlichen Ergüssen die Bakterien im Laufe der Zeit geschwächt werden und ihre Wachsthumsfähigkeit verlieren, ja schliesslich ganz aufgelöst werden (Baktericidie der Exsudatflüssigkeiten), so ist häufig der Nachweis unmöglich. Man ist bezüglich des bakteriellen Ursprunges des Ergusses auf klinische und andere mikroskopische Symptome angewiesen.

Es erübrigt daher an dieser Stelle speciell noch mit wenigen Worten auf die in jüngster Zeit durch *Vidal* und *Ravau* inaugurirte Cytodiagnostik der Exsudate hinzuweisen, die bei der häufigen Schwierigkeit des directen Nachweises von Tuberkelbacillen für die Diagnose von nicht zu unterschätzender Bedeutung ist.

Nach den von vielen Seiten bestätigten Resultaten dieser Autoren sind tuberculöse Ergüsse durch einen Reichthum an Lymphocyten charakterisirt, während in Exsudaten anderen Ursprungs die polynucleären Leukocyten überwiegen. Ferner fehlen in tuberculösen Ergüssen Endothelzellen.

Es sollen in dem nun folgenden speciellen Theil die bei den Punktionen der einzelnen Körperhöhlen vorkommenden Bakterien aufgeführt und in ihren für die Diagnostik wichtigen Merkmalen kurz besprochen werden.

I. Punktion des Peritoneums.

Bei der Punktion intraperitonealer Ergüsse besteht bei der Aspiration die Gefahr, dass der Darm gegen die Spitze der Canüle an-

gesogen und verletzt wird. Die Entnahme geschieht deshalb für gewöhnlich mittels eines einfachen sterilisirten Troikarts. Die Gewinnung der Flüssigkeit auf diese Weise macht umsoweniger Schwierigkeiten, als eine Punction intraperitonealer Ergüsse nur bei grösserer Flüssigkeitsansammlung möglich ist, der Inhalt der Bauchhöhle zudem auch unter relativ hohem Druck steht.

Man punktirt in sitzender Stellung des Patienten an der linken Bauchseite in der Mitte zwischen Symphyse und Spina ossis ilei anterior superior. Die Flüssigkeit wird in einem sterilen Kolben aufgefangen und in der oben beschriebenen Weise verarbeitet.

Als häufigster Erreger chronischer Peritonitiden ist der Tuberkelbacillus anzusehen; acute Bauchfellentzündungen werden in erster Linie durch den Streptococcus pyogenes (puerperale und traumatische Form) und das Bacterium coli (intestinaler Ursprung der Peritonitis) verursacht. Neben diesen häufigsten Formen sind Peritonitiden beschrieben, die auf die Anwesenheit von Staphylococcus pyogenes, Diplococcus pneumoniae, Bacillus pyocyaneus, Proteus vulgaris, Bacillus Typhi abdominalis, Diplococcus Gonorrhoeae, Actinomyces u. a. im Erguss zurückzuführen waren.

Tavel und *Lanz* haben speciell in ihrer Monographie „Ueber die Aetiologie der Peritonitis (Mittheilungen aus klinisch-medicinischen Instituten der Schweiz, Heft 1, 1893) noch eine Reihe anderer seltener und nicht genau classificirter Bakterien als Erreger der Bauchfellentzündung beschrieben.

Gelegentlich können natürlich alle möglichen ständigen oder zufälligen Vertreter der Darmflora als Erreger von Peritonitiden fungiren.

Bei Sectionen ist das Vorhandensein von Bacterium coli im Erguss, auch wenn sich das Bacterium in Reincultur präsentirt, mit Skepsis zu betrachten. Erfahrungsgemäss findet nämlich post mortem relativ bald ein Einwachsen des Bacterium coli aus dem Darm in die Bauchhöhle statt, wo diese Species andere primär vorhandene Arten schnell verdrängen kann. Es sei nur an einen Fall von *Charrin* und *Veillard* erinnert, die 1 Stunde post mortem den *Fraenkel*'schen Pneumococcus in Reincultur fanden, jedoch nach weiteren 26 Stunden (im Winter!) ausschliesslich Bacterium coli.

Die wichtigsten Artcharakteristica der Erreger von Peritonitiden:

1. Tuberkelbacillus.

Unbewegliches, 2—3,5 μ langes schlankes Stäbchen, das färberisch das charakteristische Merkmal der „Säurefertigkeit“ (cfr. Methoden) besitzt. *Gram* positiv, Wachsthumsgrenzen 29—40°, Wachsthumsoptimum 37°.

Auf den gewöhnlichen Nährböden nur äusserst kümmerliches Wachsthum möglich; dagegen bilden sich auf erstarrtem Blutserum (wird nicht verflüssigt) und noch üppiger auf Glycerinagar (2—3%) nach etwa 14 Tagen deutlich sichtbare Colonien, die aus der Oberfläche lose aufliegenden trocknen Schüppchen bestehen. In flüssigen Nährmedien (besonders empfehlenswerth 4% Glycerin-Kalbslungenbouillon) bildet sich ein oberflächlich runzliches Häutchen.

Zur Anzüchtung empfiehlt sich der Agar *Hesse's* oder *Fischer's* saurer Gehirnnährboden, zur Weiterzüchtung Glycerinagar.

Pathogenität für Kaninchen (Impfung in die vordere Augenkammer) und besonders für Meerschweinchen (Impfung in eine ventrale Hautfalte oder intraperitoneal). Tödtung der Thiere nach 4—6 Wochen. Nach dieser Zeit kann man noch deutlich den Weg, den die Infection genommen hat, erkennen und ist vor der Verwechslung mit spontaner Tuberculose — die bei Meerschweinchen als Inhalationstuberculose vorkommen kann — gesichert. (Näheres über Thierversuch und Differentialdiagnose s. pag. 340 ff.)

2. Streptococcus pyogenes.

In kürzeren oder längeren Ketten angeordneter Coccus, *Gram* positiv, Wachsthumsoptimum 37°.

Culturen wenig resistent (Ueberimpfung alle 5—8 Tage nöthig).

Auf Gelatineplatte kleine durchsichtige Colonien, deren Rand bei stärkerer Vergrösserung sich deutlich in die die Colonie zusammensetzenden Ketten auflöst. Agarwachsthum nicht charakteristisch. In Bouillon bildet sich Bodensatz meist aus kleinen Flocken zusammengesetzt, die überstehende Flüssigkeit bleibt klar. Milch wird coagulirt.

Pathogenität für Kaninchen, weisse Mäuse (Dosis 0,3—0,5 Bouilloncultur bei subcutaner oder intraperitonealer Application), Tod nach wenigen Tagen an Septikämie oder chronischer Verlauf der Affection je nach dem Grad der Virulenz. Es sei ausdrücklich bemerkt, dass nach Untersuchungen von *Koch* und *Petruschky* die Pathogenität für Mensch und Versuchsthiere keineswegs parallel geht.

Die in der Leiche des Thieres gefundenen Streptokokken unterscheiden sich von dem im übrigen ähnlichen Diplococcus pneumoniae durch das Fehlen der Kapsel.

3. B. typhi und B. coli.

B. typhi.	B. coli.
Stäbchen etwa 2 μ lang, 0,5 μ breit.	ebenso.
Gram positiv, beweglich.	ebenso.
Wachsthum bei 22°, wie Zimmertemperatur.	ebenso.
Oberflächliche Gelatinecolonien sind von lappigem, blattförmigem Bau unregelmässig begrenzt irisirend.	ebenso.
Tiefencolonien rund oder wetzsteinförmig.	ebenso.
Auf lockeren Nährböden Bildung längerer Ausläufer.	Meist kürzere Ausläufer auf lockeren Nährböden als B. typhi.
Gelatine nicht verflüssigend.	ebenso.
Kartoffelcultur meist farblos.	Cultur auf Kartoffel i. R. gelblichgrün.
Bildet kein Gas in Traubenzuckernährböden.	Bildet Gas.
Bildet nach 24 Stunden keine Säure in Lackmusmolke.	Bildet Säure.
Bringt Milch nicht zur Gerinnung.	Bringt Milch zur Gerinnung.
Indolreaction negativ.	Indolreaction positiv.
Neutralrothagar-Stichcultur in 24 Stunden nicht verändert.	Reducirt Neutralrothagar.
In frischen Fällen meist pathogen für Meerschweinchen und Mäuse.	ebenso.

Als weitere Differenzirungsmittel sind das Verhalten gegenüber den verschiedenen zur Isolirung empfohlenen Nährböden (cfr. Methoden) und vor allem die specifischen Serumreactionen (cfr. Capitel Faeces) zu betrachten.

4. Staphylococcus pyogenes.

Traubenartig angeordnete Kokken (*Gram* positiv). Auf Gelatineplatten kleine verflüssigende Colonien von wenig charakteristischem Aussehen, von weisser (St. albus) oder gelber (St. aureus und St. citreus) Farbe. Bouillon wird gleichmässig getrübt; Milch wird coagulirt. Pathogenität von wechselndem Grad für Mäuse, Meerschweinchen und Kaninchen.

5. Bacillus Pyocyaneus.

Schlankes bewegliches Stäbchen 1—3 μ : 0,3 μ (*Gram* negativ). Oberflächliche Gelatineplattencolonien mit unregelmässigem Rand, höckerig; Gelatine verflüssigend; bildet in künstlichen Culturen bläulichgrünen Farbstoff. Pathogenität für Meerschweinchen und Kaninchen.

6. Proteus vulgaris,

bewegliches Bakterium ca. 1,0 : 0,5 μ (*Gram* negativ). Auf Gelatineplatte oberflächlich dunkle Colonien mit hellem Hof und mit Ausläufern. Gelatine verflüssigend, bildet stinkende Gase. Pathogenität gering.

7. Diplococcus Gonorrhoeae.

Diplokokken von charakteristischer Gestalt (Semmelform) und Gruppirung (zu Haufen), zumeist innerhalb der Zellen gelegen (*Gram* negativ). Wachsthumsoptimum 35° (Ueberimpfung alle 3—5 Tage erforderlich). Wachsthum auf Agar, Glycerinagar äusserst kümmerlich.

Zur Züchtung verwendet man erstarrtes Menschenblutserum (wird nicht verflüssigt) oder Blutserum resp. eiweissreiche Körperflüssigkeit (Ascites, Ovarialflüssigkeit etc.) mit zwei Theilen Glycerinagar gemischt. Ebenso gedeiht der Gonococcus auf Agar, der mit Menschenblut bestrichen ist. Bei Anlegung von Verdünnungen im menschlichen Blutserum lässt sich bei Zusatz von je zwei Theilen auf 40° abgekühlten Agars das Plattenverfahren zur Isolirung des Gonococcus benutzen. *Wassermann* hat als Ersatz des Menschenblutserums einen Schweineblutserumnutrose-Nährboden angegeben. (Näheres s. pag. 370 ff.)

Wachsthum in kleinen grauen, durchscheinenden Colonien; Tiefencolonien leicht granulirt, brombeerartig. In flüssigen Nährböden (zwei Theile Bouillon, ein Theil Serum oder Ascitesflüssigkeit) bildet sich nur eine oberflächliche Kahmhaut; die Bouillon bleibt klar. Pathogenität minimal. Bei weissen Mäusen lässt sich locale eitrige Peritonitis erzeugen.

8. Actinomyces.

Strahlenpilz von charakteristischem Aussehen, aus fadigen Verzweigungen mit kolbig verdickten Enden bestehend. Gut färbbar mit Carbolfuchsin und nach *Gram*.

Wachsthum auf den gewöhnlichen Nährmedien in Form trockener brockenartiger Beläge. Die Angaben über die culturellen Merkmale sind im übrigen schwankend, da verschiedene Arten unter dem einheitlichen Namen Actinomyces zusammengefasst werden. (Zum mindesten zwei, die streng anaerob wachsende Form von *Israel* und *Wolff* und

die aerob wachsende *Boström's.*) Geringe Infectiosität für Kaninchen und Meerschweinchen. Die Reinzüchtung gelingt leicht durch Uebertragung der Actinomyceskörner auf Agar. Diejenigen Keime, deren Umgebung hier steril bleibt, werden auf neuen Nährböden übertragen und dienen zum Ausgangsmaterial für Reinculturen.

II. Probepunktion der Pleura.

Die Entnahme der Pleuraflüssigkeit zu diagnostischen Zwecken geschieht durch Aspiration mit einer Pravazspritze.

Der Ort der Entnahme richtet sich nach dem Resultat der physikalischen Untersuchung. Stets ist der Einstich am oberen Rand einer Rippe vorzunehmen. In typischen Fällen und bei ausgedehntem Exsudat punktirt man bei erhöhter Rückenlage des Patienten rechts im IV. oder V. Intercostalraum, links im VI. resp. VII. Intercostalraum, zwischen vorderer und mittlerer Axillarlinie oder am Rücken im VIII. bis IX. Intercostalraum. Sobald die eingedrungene Nadel auf keinen Widerstand mehr stösst, sondern frei beweglich ist, wird aspirirt.

Eingehende Studien über die Bakterienflora der pleuritischen Ergüsse sind von *A. Fränkel, Weichselbaum, Netter, Prinz Ludwig Ferdinand von Bayern, Levy, Jakowski* angestellt.

Sowohl in eiterigen wie namentlich auch serösen Ergüssen können die Bakterien so spärlich vorhanden sein, dass es auch mit Hilfe aller zu Gebote stehenden Verfahren nur schwer gelingt, die Keime nachzuweisen, zumal dieselben in älteren Ergüssen häufig nicht mehr wachsthumsfähig sind. Nicht selten aber misslingt der Bakteriennachweis auch gänzlich.

Bezüglich der Häufigkeit des Vorkommens der einzelnen gefundenen Erreger in eiterigen Exsudaten folgen sich nach der Zusammenstellung von *Netter:*

Streptokokken	(51mal)
Pneumokokken	(32 „)
Tuberkelbacillen	(12 „)
Fäulnisbakterien	(15 „)

In 41 serösen Ergüssen konnten 14mal Tuberkelbacillen nachgewiesen werden.

Bei meta- und parapneumonischer Pleuritis finden sich die Pneumokokken häufig mit Eiterkokken vergesellschaftet.

Da, wo bei seröser Beschaffenheit des Exsudates keine Bakterien nachweisbar sind, besteht immer Verdacht auf Tuberculose.

Neben den erwähnten häufigeren Arten wurden B. Typhi, B. Coli, B. Influenzae u. a. m. gefunden.

Die Artcharakteristica der Erreger der Pleuritis (cfr. bezüglich der hier nicht aufgeführten Bakterien den vorhergehenden Abschnitt).

1. Diplococcus Pneumoniae s. lanceolatus.

Diplococcus, dessen lanzettförmige Einzelindividuen mit der Breitseite gegeneinanderliegen und von einer Kapsel umgeben sind. Temperaturoptimum 37° (*Gram* positiv). Culturen auf künstlichen Nährböden wenig charakteristisch. Hier wächst der Diplococcus meist in Ketten, ohne dass die Kapsel bei der gewöhnlichen Färbung nachweisbar ist. Aus diesem Grunde macht die Differentialdiagnose gegenüber dem Streptococcus pyogenes Schwierigkeiten. Sie gelingt aber sicher durch das Thierexperiment.

Der gleichfalls für Mäuse und Kaninchen pathogene Pneumococcus bildet im Thierkörper wieder Kapseln, durch die er sich mikroskopisch ohne weiteres vom Streptococcus pyogenes differenziren lässt. (Näheres s. pag. 304 ff.)

2. Bacillus Influenzae.

Unbewegliches Stäbchen. Grösse 0,5—1 μ : 0,2—0,4 μ. *Gram* negativ; Wachsthumsoptimum 37°. Wachsthum ausschliesslich auf hämoglobinhaltigen Nährböden. Culturen von geringer Resistenz. (Ueberimpfung etwa alle acht Tage nöthig.) Thierpathogenität fehlt. (Näheres pag. 346 ff.)

III. Lumbalpunktion (nach *Quincke*).

Zur Lumbalpunction nimmt der Patient die linke Seitenlage ein, zieht die Beine an den Leib und krümmt den Rücken möglichst, um die Intervertebralräume zu erweitern. Die Punktion bei sitzender Stellung des Patienten nach *Fürbringer* ist weniger empfehlenswerth. *Quincke* punktirt zwischen 2. und 3. oder 3. und 4. Lendenwirbel. Besser aber ist es für die Zwecke der bakteriologischen Untersuchung zwischen 5. Lumbalwirbel und Os sacrum einzugehen, weil die gesuchten Elemente (Bakterien- und Eiterkörperchen) sich spontan nach der tiefsten Stelle des Duralsackes gesenkt haben. Der Einstich geschieht mit einer langen dünnen Canüle, einige Millimeter von der Mittellinie entfernt, um das derbe Ligamentum interspinosum zu umgeben. Beim Vorgehen dirigire man die Canüle wieder nach der Mitte zu. Der Duralsack wird bei Kindern etwa in einer Tiefe von 2 Cm., bei Erwachsenen 4 Cm. tief erreicht. Die spontan aus der Canüle ausfliessende oder mittels Pravazspritze aspirirte Flüssigkeit wird für Präparate, Züchtung und Thierversuch benutzt. Ein eventuell bleibender Rest wird bei negativem Ausfall der mikroskopischen Untersuchung zur Sedimentirung (spontanes Gerinnsel) oder zum Centrifugiren verwandt.

Neben einer Anzahl nicht näher classificirter Bakterien sind bei Meningitis gefunden worden am häufigsten der Micrococcus Meningitidis, der Erreger der epidemischen Cerebrospinalmeningitis und der Pneumococcus, ferner Tuberkelbacillen, Streptokokken, Staphylokokken, B. typhi und B. coli, Proteus, Influenzabacillus.

Die Artcharakteristica einiger bei Meningitis gefundener Bakterien:

1. Meningococcus (Micrococcus intracellularis meningitidis).

Ein dem Gonococcus morphologisch sehr ähnlicher Diplococcus. *Gram* negativ; Wachsthumsoptimum 37°; auf Agar anfangs spärliches Wachsthum; besser eignet sich Blutagar. Häufige Ueberimpfung nöthig. Culturen wenig charakteristisch. Pathogenität für Kaninchen und Mäuse bei subcutaner Dosirung im Gegensatz zum Pneumococcus nicht vorhanden. (Ueber die Differentialdiagnose von Gonokokken und anderen Kokken cfr. pag. 435.)

2. B. Pneumoniae Friedländer.

Kurzes Stäbchen, meist in Diploanordnung (*Gram* negativ). Gelatineoberflächencolonien glänzendweiss, rund, prominent (Gelatine wird nicht verflüssigt). Gelatinestichculturen sind ausgesprochene „Nagelculturen". Braunfärbung der Gelatine in älteren Culturen. Vergährt Zucker; bringt Milch nicht zur Gerinnung. Geringgradige (schwankende) Virulenz für Meerschweinchen und weisse Mäuse.

VIERTER THEIL.

Diagnostik und Untersuchungsmethoden mittels Röntgenstrahlen.

Von Dr. **W. Cowl.**

I. Das Wesen der Röntgenuntersuchung.

Die Untersuchung mittels Röntgenstrahlen, welche auch „Röntgenuntersuchung“ genannt wird, besteht in der geradlinigen Durchstrahlung des Objects und in der Beobachtung der Schatten derjenigen inneren Theile desselben, die in Umriss und Stärke auf verschiedene Weise zur Erscheinung gebracht werden.

Die Röntgenuntersuchung verdankt in erster Reihe dem Umstand ihr Bestehen, dass die Röntgenstrahlen im Gegensatz zum Licht alle Substanzen des menschlichen Körpers erheblich und vorwiegend geradlinig durchdringen, dass ihre Energie von diesen, und zwar dem Gewicht nach, absorbirt wird, und dass diese Substanzen in ungleichen Mengen unter den Geweben vertheilt sind.

Da der Strahlendurchgang nicht durchsichtige Körper betrifft, so handelt es sich nicht um Optik, und Dioptrik, sondern um eine andere und allgemeinere Art von Diaktinik.

Wesentlich für die Ausführung der Röntgenuntersuchung ist der Umstand, dass sich Röntgenstrahlen wie Lichtstrahlen in andere Energie umwandeln. An fluorescirenden Körpern von hohem specifischen Gewicht erzeugen sie Licht, an lichtempfindlichen Substanzen leisten sie Arbeit, und zwar wie Licht in höchstem Masse an dem Bromsilber der photographischen Trockenplatte.

Es besteht somit eine photoskopische und eine photographische Röntgenuntersuchung, welche mittels ausgebreiteter fluorescirender Flächen, bezw. photographischer Platten ausgeübt werden und bei der diagnostischen Verwerthung einander ergänzen. Dieselben werden Röntgoskopie, Röntgographie, Aktinoskopie, Actinographie, Radioskopie, Radiographie, Skiaskopie und Skiagraphie genannt.

Infolge der verschieden starken Absorption von Röntgenstrahlen im menschlichen Körper entstehen Schatten, welche, sichtbar gemacht, in Form und Stärke ein Bild der diaktinisch verschiedenen Körper-

theile in der Gestalt eines mehr oder weniger inhaltreichen Diagramms abgeben.

Die Möglichkeit, deutliche Bilder zu erhalten, ergiebt die Centralprojection der Strahlen, die radial von dem Mittelpunkt der zur Erzeugung derselben dienenden Vacuumröhre ausgehen und ihre gerade Richtung durch die Substanz von mässig umfangreichen Organismen hindurch zum grossen Theil beibehalten.

Die Centralprojection sichert die geometrische Treue eines jeden durch dieselbe hergestellten Diagramms und die grosse Ausgiebigkeit der Röntgenuntersuchung überhaupt.

Bei der Annäherung der Central- an die Parallelprojection durch vermehrten Abstand der Strahlenquelle von dem untersuchten Object, oder durch Abflachung des letzteren nähern sich die erzielten Bilder der wahren Grösse der dargestellten Körpertheile, und bei Innehaltung der üblichen Beobachtungsniveaux entsprechen dieselben im grossen Ganzen den geläufigen Ansichten der topographischen Anatomie, die sie fernerhin ergänzen.

Zur Bezeichnung des mittels der photographischen Platte erhaltenen „Röntgenbildes“, „Röntgenphotogramms“, bezw. „Röntgogramms“ werden auch die allgemeinen Namen „Aktinogramm“, „Radiogramm“ und „Skiagramm“ verwandt.

Das an fluorescirenden Flächen erzielte Schattenbild wird ein „Leuchtbild“, die leuchtende Fläche „Leuchtschirm“, das Verfahren zur unmittelbaren Veranschaulichung von Röntgenschatten „Durchleuchtung“ genannt, und zwar ohne Rücksicht auf die diffuse Durchleuchtung von Gewebe mittels hellen Lichts, die bisher nur ganz specielle Bedeutung erlangt hat.

Die besonderen Vacuumröhren mit hoher Luftleere, die den Durchschlag der Elektricität noch gestatten, dabei Röntgenstrahlen aussenden und an ihrer Glaswandung fluoresciren, heissen auch *Hittorf*'sche, *Crooke*'sche und Röntgenröhren. Die üblichen Vacuumröhren, in welchen die Röntgenstrahlen von einem Punkt ausgehen und dadurch reine Centralprojectionen bewirken, werden auch Focusröhren genannt.

Die diagnostische Bedeutung der Röntgenuntersuchung beruht im wesentlichen darauf, dass durch Krankheit und Trauma die Lage, Form und Grösse der diaktinisch verschiedenen inneren Körpertheile, sowie die relativen Mengen gewisser Bestandtheile derselben verändert werden, und weiter darauf, dass unter Umständen verkalkten, todten Körpertheilen und specifisch schweren Fremdkörpern kürzerer oder längerer Aufenthalt im Organismus gewährt wird.

Somit erhält die physikalische Diagnostik die Sichtbarkeit innerer Körpertheile und eine Ueberlegenheit in der übersichtlichen Wahrnehmung verborgener Contouren, wie eine solche für zeitliche Unterschiede in Tönen und Geräuschen schon bestand.

Der Röntgenuntersuchung erwächst dadurch eine sehr erhebliche allgemeine Bedeutung, dass die uns neue Art strahlender Energie, die Dicke und die Dichte verborgener Körpertheile als verschieden starke Schatten zu Gesicht bringt, und zwar dort mit deutlichen Grenzen,

wo Theile mit beträchtlich verschiedenem Volumgewicht ihrer Bestandtheile über bedeutende Strecken aneinander oder an Luft stossen.

Erhebliche Unterschiede in Dichte und in Dicke im Organismus besitzen 1. Knochen, 2. feuchte Weichtheile und 3. fetthaltiges Bindegewebe.

Durch die Form, Lage und Ausbreitung dieser drei an Gewicht verschiedenen Körpersubstanzen ergiebt sich die Möglichkeit, gewisse innere Körpertheile und Organe von einander zu unterscheiden, und zwar am sichersten dort, wo nicht viele Gebilde im Gang der Strahlen übereinander gelagert sind.

Die Stärke der Schatten, welche die genannten drei Gewebssubstanzen werfen, nimmt bei einer und derselben Dicke immer im Sinne des Volumgewichts, jedoch in einem weit grösseren Masse als dieses zu und begünstigt somit erheblich die Untersuchung mittels Röntgenstrahlen.

Dieser Umstand, dass die Körperbestandtheile eine weit grössere Verschiedenheit in ihrer Strahlenabsorption, als in ihrem Volumgewicht aufweisen, bedingt die Mitwirkung eines weiteren bedeutenden Moments, das offenbar in dem je nach der Qualität der Strahlen und der Qualität der durchstrahlten Substanz verschiedenen Absorptionsdecrement gelegen ist.

Bekannt ist für Licht, wie auch a priori zu erwarten, dass die Absorption in jeder nachfolgenden, gleich dicken Schicht einer durchstrahlten Substanz in dem absoluten Masse abnimmt, dass immer derselbe Bruchtheil der von der vorgelagerten Schicht übernommenen Energie in andere Formen, wie Wärme, chemische Arbeit u. a. m. umgesetzt wird. Der Verlauf dieser Abnahme stellt eine geometrische Reihe dar, die je nach der Grösse des aus der Beziehung der betreffenden Energieart zu der betreffenden Substanz hervorgehenden concreten Decrements verschieden sein muss. Ist, wie beim hellgrünen Fensterglas, die Diaphanie gross, die Absorption klein, so ist die Lichtabnahme von Schicht zu Schicht eine sehr allmähliche, die geometrische Reihe eine sehr gestreckte; ist dagegen die Diaphanie, wie beim dunkelgrünen Flaschenglas, klein, die Absorption gross, so fällt die Reihe jäh ab, bis bald kein Licht mehr hindurchgelangt.

Es geht hieraus hervor, dass bei kleiner Absorption ein grosser Energierest, in diesem Falle eine Lichtmenge, zur Abbildung von Schatten übrig bleibt, dagegen bei grosser Absorption bald wenig mehr Licht überhaupt zur Differenzirung der Schatten auf das Auge oder auf die photographische Platte hindurchdringt.

Erfahrungsgemäss kommt überhaupt erst dann eine Schattengrenze und somit eine Abbildung zur Wahrnehmung, wenn bei günstiger Helligkeit des Feldes, Ausdehnung des Objects und Schärfe des Uebergangs ein Unterschied in den Lichtgebieten von mindestens 3% besteht *(Eder)*.

Principiell genau so wie bei der Absorption des Lichts verhält es sich bei der Absorption der Röntgenstrahlen in allen Körpern. Nur die verschiedenen noch unbekannten Momente, welche die Absorption beiderlei Energie verursachen, bedingen eine ganz andere Abstufung der Durchlässigkeit für Röntgenstrahlen als für Licht.

Dass das Absorptionsdecrement für Röntgenstrahlen bei verschiedenen Substanzen sehr verschieden ist und weit schneller zunimmt als das Gewicht, lehren Vergleiche der Absorptionen zunächst in elementaren Körpern.

Blei z. B., das in einer Dicke von 0,2 Mm. Röntgenstrahlen mittlerer Qualität ebenso stark wie eine Aluminiummasse von 18,0 Mm. Durchmesser absorbirt, d. h. in einem Verhältnis von 90:1, weist ein solches im Volumgewicht dem Aluminium gegenüber von nur etwa 4:1 auf. Wenn aber statt der Volum- die betreffenden Atomgewichte 207 und 27 zum Vergleich herangezogen werden, so vermindert sich der Unterschied um die Hälfte.

Bei der weiteren Verfolgung der Absorptionsunterschiede zeigt sich, dass die Absorption unter den elementaren Körpern nicht immer mit dem Volum-, sondern vielmehr mit dem Atomgewicht zunimmt, und zwar auch dort, wo bei zwei Substanzen dieses steigt und jenes fällt *(Walter)*. Indessen im ganzen steigt die Absorption sowohl mit dem Volum- als auch mit dem Atomgewicht, wenngleich nach verschiedenem Mass.

Das Gleiche gilt für die drei zusammengesetzten Körpersubstanzen, Knochen-, Fett- und feuchtes Gewebe, wie das ersichtlich wird, sobald je unter Berechnung der Menge der betreffenden Elementarbestandtheile das proportionirt durchschnittliche Atomgewicht herausgerechnet wird.

Die Compacta ossis, die zu $^4/_{10}$ aus Calcium und Phosphor mit Atomgewichten von 40 und 31 besteht, hat ein Volumgewicht von etwa 1,93 und, aus geläufigen Angaben über ihre Beschaffenheit und Zusammensetzung ausgerechnet, ein Atomgewicht im proportionirten Durchschnitt aller Elemente von etwa 22. Muskel-, Drüsen- und anderes feuchtes Gewebe hat ein Volumgewicht von etwa 1,04 und ein proportionirtes Atomgewicht von etwa 14. Es enthält über 70% Wasser, das zu $^8/_9$ aus Sauerstoff mit einem Atomgewicht von 16 besteht, und setzt sich im übrigen bis auf 0,75% schwereren Bestandtheilen, auch überwiegend aus Stauerstoff nebst Kohlenstoff mit 12, dagegen nur zum kleinen Theil aus Wasserstoff mit dem Atomgewicht 1 zusammen. Das Fett zeichnet sich durch eine kleine Menge Sauerstoff und eine grosse Menge Wasserstoff und Kohlenstoff aus, und weist ein Volumgewicht von 0,97 und ein proportionirtes durchschnittliches Atomgewicht von etwa 12 auf.

Gegenüber den berechneten durchschnittlichen Atomgewichten 21, 14 und 12 stehen nun die Volumgewichte 1,930, 1,040 und 0,970 der Knochenrinde, der Muskel- und Drüsensubstanz und des Fettgewebes und ferner die folgenden Bestimmungen der relativen Absorption einer Röntgenenergie mittlerer Gesammtqualität im Dickenmass der durchstrahlten drei Substanzarten ausgedrückt, und zwar bei Knochenrinde 0,5 Cm., bei Muskel, Leber, Niere und Milz 5,0 Cm. und bei Fettgewebe 10,0 Cm. Diese Gewebsdicken werfen also in Röntgenstrahlen einer gebräuchlichen Qualität einen gleich tiefen Schatten auf Leuchtschirm und photographische Platte, und zwar im Absorptionsverhältnis von etwa 20:2:1 für Knochen-, Muskel- und Fettgewebe.

Hieraus ist ersichtlich: 1. dass das durchschnittliche Atomgewicht einen besseren Massstab der relativen Absorption bei zwei von den

Substanzen als das Volumgewicht bietet, nämlich bei Fett und Muskel, die sich im Atomgewicht beträchtlicher, dagegen im Volumgewicht weniger bedeutend von einander unterscheiden; 2. dass das grosse Absorptionsdecrement des Knochengewebes, das ein Volumgewicht von noch nicht dem zweifachen derjenigen der anderen Gewebsarten aufweist, eben seinem Gehalt an schweren Elementarbestandtheilen zugeschrieben werden muss, 3. dass das Fett seine grosse Diphanie, d. h. sein kleines Absorptionsdecrement, hauptsächlich seinem grossen Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalt verdankt, und 4. dass die Fähigkeit, Schatten zu werfen, nur in entfernter Annäherung durch die Mengen der Bestandtheile einer Substanz multiplicirt mit deren Atomgewichte ausgedrückt wird.

Allgemein giltige Zahlen für die Absorption diaktinischer Energie im Körpergewebe lassen sich nicht aufstellen, weil diese beiden einmal der Energie, sodann der Substanz nach verschieden sind. Es gelten auch die oben angeführten Werthe, z. Th. infolge der grossen Verschiedenheit des Decrements, bei den drei Substanzarten: 1. nur für die betreffenden Gewebsdicken, 2. nur für die benutzten Gewebsstücke und 3. nur für die benutzte Strahlenqualität. Denn bei jeder beträchtlichen Aenderung der verschiedenen Momente müssen die absoluten Absorptionen der drei Gewebsarten ein verschiedenes Schattenverhältnis zustande bringen, schon abgesehen von der Thatsache, dass nicht eine einzige, sondern immer eine mehr oder weniger gemischte Strahlenqualität zur Verwendung kommt.

Indessen genügen die angegebenen Zahlen als Paradigma, um den Hauptgrund der verschieden grossen Deutlichkeit der Knochen und anderer Theile im Röntgenbild klarzustellen.

Grosse wie kleine Abweichungen finden sich am Becken und lassen das Gesetzmässige im Röntgenbilde klar hervortreten. Zu beiden Seiten des Knochengerüsts, wo das Körpergewicht dem Caput femoris übermittelt wird und infolgedessen viel Knochensubstanz vorhanden ist, zeigt sich mit grosser Deutlichkeit im Röntgenbild bei sagittaler Strahlenrichtung der Umriss des Beckeneingangs, indem die von den Strahlen im Knochen zurückgelegte Strecke einen beträchtlichen Bruchtheil der ganzen Gewebsstrecke bildet. Anders dagegen beim Coccyx und dem unteren Theil des Kreuzbeins, welche, da sie wenig Last tragen, überaus wenig Compactsubstanz enthalten und deshalb nur unter günstigen Umständen abgebildet werden, obwohl beide Knochenpartien bei der üblichen Rückenlage auf der Platte ganz in der Nähe derselben liegen, d. h. röntgographisch günstig gestellt sind. Hier ist das Dickenverhältnis des Knochens zum übrigen Gewebe ein minimales.

Die bildliche Darstellbarkeit eines jeden Objects im Organismus, ob diesem fremd oder zugehörig, hängt zunächst nicht von seiner eigenen Beschaffenheit, sondern von derjenigen seiner Umgebung, sodann von dem Verhältnis seiner Dicke zu der Gesammtdicke des durchstrahlten Gewebes ab. Ein Gegenstand, der die Röntgenstrahlen ebensosehr und nicht mehr als seine Umgebung absorbirt, z. B. eine Krebsgeschwulst innerhalb der Leber, kann keinen erkennbaren Schatten werfen, und ebensowenig kann eine kleine, tiefliegende Stecknadel in einem dicken Abdomen eine genügend erkenntliche Abbildung, zumal an unbekannter Stelle, hervorrufen.

Wo das Absorptionsdecrement infolge grossen specifischen Gewichts, wie bei der Knochenrinde, gross ist und dicke Gewebsmassen vorliegen wie im Kopf, vermindert sich die Energie durch Absorption und durch die grossen Theildicken im Verhältnis zur Gesammtdicke soweit, dass eine Schattengrenze wie an der Innenseite des Calvariums, bezw. der Basis cranii nur da zur Abbildung gelangen kann, wo, wie bei der Röntgographie, eine summirte Wirkung und eine Hebung der Contraste stattfindet, nicht aber bei dem schwachen, nur im Dunkeln hellen Licht des Leuchtschirms, das, wie alles Licht im Auge, eine Summation nur von $^1/_4$ Secunde Dauer bewirkt.

Ist das Absorptionsdecrement eines untersuchten Körpers klein, so reicht eine mässige Energiemenge aus, um von eingelagerten, weniger durchlässigen Gebilden, bezw. Fremdkörpern deutliche Schatten zu werfen. Dringt dagegen ein grosser Ueberschuss der Energie hindurch, so vermindern sich die Contraste am Leuchtschirm und an der lichtempfindlichen Platte. Es ist das erklärlich, da die Grösse der Contraste von der relativen Grösse des Unterschieds in der Absorption abhängt, denn wo letztere überhaupt klein ist, muss der Unterschied noch kleiner sein.

Zu diesem bei Röntgenstrahlen wie beim Licht gleichgeltenden Thatbestand kommt der Umstand hinzu, dass wie Lichtarten in der Farbe, so auch Röntgenstrahlen in Qualität verschieden sind, und schon aus diesem Grunde ein verschiedenes Absorptionsdecrement bei verschiedenen Substanzen aufweisen.

Das ungleiche Decrement bei verschiedener Strahlenqualität ruft in der That einen verschieden grossen Contrast bei denselben Substanzen hervor, und diese Verschiedenheit ist sowohl auf dem Leuchtbilde als auf dem Röntgogramm eine auffallende und für die Röntgenuntersuchung von der grössten Bedeutung.

Einer vollkommen gleichen Absorption fallen nur diejenigen Röntgenstrahlen anheim, welche von einer und derselben Qualität sind. Sind zwei contrastgebende Substanzen specifisch schwer, so ist der Unterschied bei den verschiedenen Röntgenstrahlen verhältnismässig gering, sind sie dagegen wie in Organismen specifisch leicht, so ist, wie oben bemerkt, der Absorptionsunterschied und damit der Contrast gross. Das prägt sich z. B. dadurch aus, dass schwere metallische Fremdkörper im allgemeinen einen sehr intensiven, die Knochen dagegen einen je nach der Qualität der Strahlen verschieden starken Schatten werfen.

Die Qualität der Röntgenstrahlen wird „weich“ und „hart“ genannt, doch ist der Uebergang von den weichsten zu den härtesten Strahlen ein allmählicher und die Durchdringungskraft derselben eine mit der Spannung der erzeugenden Ströme und der Höhe des Vacuums sich steigernde.

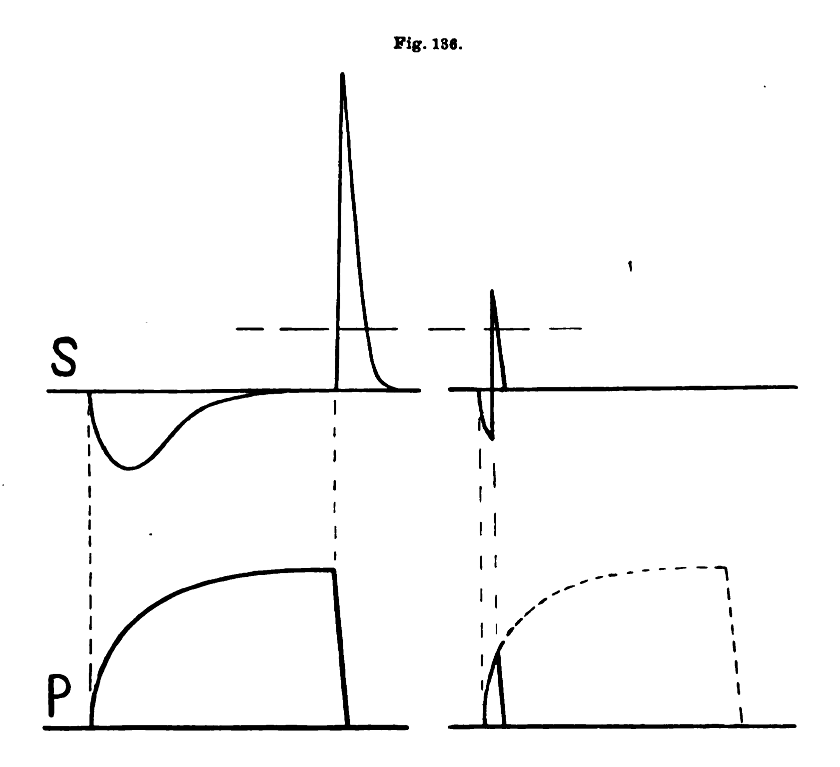
Da harte Strahlen mittels elektrischer Ströme von höherer Spannung, weiche Strahlen dagegen durch solche niederer Spannung erzeugt werden, so wird im ersten Fall aus dem Grunde nicht allein die erstere Strahlenart, sondern alle unter den Umständen möglichen Qualitäten erzeugt, weil die erzeugenden Ströme fortwährend zwischen weiten Grenzen schwanken, nämlich den durch die Höhe des Vacuums der Röntgenröhre gegebenen, und beispielsweise 200.000 Volt. In der Strahlen-

mischung müssen sich also mehr weiche als harte Strahlen befinden, da die Stromstösse länger bei den niederen als bei den höheren Spannungen verweilen, theils infolge von Selbstinduction, Oscillation und Abklinken.

Es geht das aus Fig. 136 hervor, die u. a. den zeitlichen Spannungsverlauf der Ströme in einem Inductor darstellt, die, so lange sie durch die Vacuumröhre hindurchgehen, beispielsweise von der Spannungshöhe der gestrichelten Linie hinauf, Röntgenstrahlen erzeugen.

Indem harte Strahlen mittels elektrischer Ströme von hoher Spannung, weiche Strahlen durch solche von niederer Spannung erzeugt

Fig. 136.



werden, so lässt sich der Begriff der Spannung auch auf die Röntgenstrahlen anwenden, und das umsomehr, als die Elektricität bei überaus grosser Erhöhung der Spannung eine merkliche Qualitätsänderung erleidet, wie der Versuch *Tesla's* beweist, bei dem der oscillirende Strom eher einen Kohlenfaden mit hohem Widerstand zum Glühen bringt, als sich in einem dicken Draht mit minimalem Widerstand auszugleichen, und somit scheinbar dem *Ohm*'schen Gesetz nicht mehr untersteht.

Ferner vermindert sich bei demselben Energiedurchgang durch Leiter, wie bei allen elektrischen Strömen, so auch bei den Röntgenstrahlen die Absorption, d. h. die Umwandlung in andere Energie in der Leitung, hier das Gewebe, mit Erhöhung der Spannung.

Da der Verlust durch Absorption der Röntgenstrahlen Schatten bedeutet, so sind die Contraste bei der Anwendung unnöthig harter Strahlen minderwerthig. Das ist aber beachtenswerth, da es sich namentlich bei der Durchleuchtung um die Vermeidung eines jeden Verlusts an Deutlichkeit handelt. Mässig weiche Strahlen dagegen geben auf dem Leuchtschirm wie auf der photographischen Platte ein contrastreiches Schattenbild.

Sind die Strahlen jedoch sehr weich, so mangelt das Leuchtbild an Helligkeit, das Röntgogramm an Einzelheiten. Im letzteren Fall trifft dies bei langer Dauer der Bestrahlung die Weichtheile, bei relativer kurzer Dauer die Knochen, bei mittlerer Dauer beide. Sind die Strahlen sehr hart, so ergiebt sich bei mässig dicken Gegenständen ein helles, aber contrastloses Bild, sowohl am Leuchtschirm wie auf der photographischen Platte.

Allgemein werden sehr weiche Strahlen der Hauptsache nach bald absorbirt, sehr harte Strahlen dagegen nur zu einem geringen Bruchtheil, der infolgedessen einen geringen Schatten hervorruft. Wie ersichtlich, sind zwei Gegensätze vorhanden, nämlich der durch Weichheit der Strahlen erzielbare Contrast und die durch hohe Spannung derselben gegebene Helligkeit des Leuchtbilds, bezw. Reichhaltigkeit der röntgographischen Abbildung.

Die Spannung der Strahlen hat sich deshalb der Dicke und Dichte des untersuchten Körpertheils anzupassen, und zwar ganz besonders im Falle der Durchleuchtung aus dem Grunde, dass mit jeder Vermehrung der Helligkeit das „directe Sehen" der Netzhautmitte eine grössere Betheiligung an der Wahrnehmung nimmt. Es findet sich ein Optimum, bei dem je nach Art und Grösse des untersuchten Objects die beiden Momente, Contrast und Helligkeit, im günstigsten Verhältnis gegeneinander abgestimmt sind. In ähnlicher Weise ist bei der Herstellung des Röntgogramms eine passende Spannung der Röntgenstrahlen zu verwenden, bei der Contrast und Reichhaltigkeit im Bilde dem Zweck entsprechend einander die Wage halten.

Ein analoges Verhalten zu den Röntgenstrahlen verschiedener Qualität zeigt verschiedenfarbiges Licht, und zwar nicht selten bei der Copirung eines Röntgenbildes, namentlich auf eine empfindliche Bromsilberschicht. Das hiezu benutzte, auf einer Glasunterlage hergestellte Röntgogramm zeigt die Knochen hell auf dunklem Grunde, doch ist dasselbe ebensosehr ein Positivbild wie die Copie, bei der alle Schattenwerthe umgekehrt sind, obwohl es in Uebereinstimmung mit der Bezeichnung der in der photographischen Camera erzielten Bilder ohne weiteres „Negativ" genannt wird.

Bei der Benutzung von gelbem Licht zur Copirung eines Röntgennegativs, bezw. -Glasbilds, in dem bedeutsame Conturen undeutlich sind, lassen sich die mangelnden Contraste vergrössern. Die längeren Wellen des gelben Lichts erlöschen leichter innerhalb der photographischen Bildschicht als die kürzeren des weissen Lichts, bezw. den blauen, höchst wirksamen Strahlen.

Die mikroskopische Beschaffenheit der photographischen Bildschicht macht das auch verständlich, indem dieselbe aus unzähligen Kügelchen reducirten Silbers in verschiedener Dichtigkeit innerhalb der Gelatine-

schicht, sowohl hintereinander als nebeneinander eingebettet, besteht. Da nun die Kügelchen wie blanke Silberkugeln, die sie ja sind, Licht zwischen sich weiter reflectiren, so kommt auch dort, wo man zwischen den Silbertheilchen nicht hindurchsehen kann, doch Licht hindurch, und zwar wird das bei äusserster Feinheit der Silbertheilchen hindurchdringende Tageslicht bläulich.

Eine grundlegende Eigenschaft der Röntgenstrahlen bildet die Zerstreuung beim Impact, die mit der Undurchlässigkeit der getroffenen Körpertheile, und zwar absolut wie relativ steigt. In ähnlicher Weise wie bei der hochgespannten Elektricität wird, je höher die Spannung der Strahlen, desto grösser ihre Zerstreuung.

Das erste Beispiel der Strahlenzerstreuung bildet die Platinfläche in der Mitte der Röntgenröhre, von der aus die Röntgenstrahlen in allen Richtungen der Halbkugel mit gleicher Intensität radial wie von einem Brennpunkt ausgehen und an der Glaswand der Röhre eine lebhafte Fluorescenz hervorrufen. Indessen mit der Strahlenzerstreuung ausserhalb der Röntgenröhre besteht insofern keine weiter gehende Parallelität, als es sich bei der Entstehung der Röntgenstrahlen um den Anprall von Kathodenstrahlen auf eine starke Anode innerhalb eines Vacuums handelt. Jedoch werden auch ausserhalb der Röntgenröhre am Platin nicht alle auftreffenden Röntgenstrahlen absorbirt, bezw. je nach der Metalldicke zum kleineren oder grösseren Theil durchgelassen, sondern in geringer Menge in allen Richtungen reflectirt.

Bei Körpern specifisch leichter als Platin kommt sowohl innerhalb wie ausserhalb der Vacuumröhre ein umso kleinerer Bruchtheil der ganzen Energie zur oberflächlichen Zerstreuung, je kleiner die Dichte des Körpers ist.

Der den Körper durchdringende Strahlenrest bildet namentlich bei den leichteren Gewebssubstanzen den weitaus grösseren Bruchtheil. Aber auch dieser Bruchtheil der Energie schreitet, abgesehen von der Absorption im Innern des Körpers, nicht im ganzen gerade fort, sondern wird auch zum grösseren oder geringeren Theil je nach der Dicke und Dichte des Körpertheils zerstreut.

Die zerstreuten Strahlen sind in allen Fällen für die Projection der abzubildenden Objecte unnütz und nachtheilig, da sie das entstehende Bild in einem mit der Dicke und Dichte des Objects beschleunigt zunehmendem Maasse verschleiern, bis alle Möglichkeit einer Abbildung schwindet.

Der Betrag des Verlustes nebst Verschleierns durch Strahlenzerstreuung wird bei wenig durchlässigen Substanzen rasch und bei allen dicken Objecten in toto von grossem Belang. Hierdurch erklärt sich der Hauptsache nach die oft grosse Undeutlichkeit darstellbarer Körpertheile in Röntgenbildern.

Zu den Strahlen, die im Gegenstand selbst zerstreut werden und der Abbildung Abbruch thun, kommen diejenigen, welche von der Glaswand der Röntgenröhre in verschiedenem, ausser bei der Verwendung von harten Röhren geringem Masse ausgehen, und nicht wie die durchgehenden Hauptstrahlen vom Brennpunkt der Röntgenröhre aus das Glas geradlinig durchsetzen.

Diese, wie alle anderen zerstreuten Strahlen, werden bei der Durchleuchtung namentlich dann bildstörend, wenn bei unmässiger Vermehrung der gesammt durchgehenden Strahlenmenge die Fluorescenz des Leuchtschirms auch in den Schatten sich ihrem Maximum nähert, sodann auch wenn durch den Transport an die Innenfläche des bei der Erzeugung der Strahlen fluorescirenden Glases dieses von dem Platin aus einen Metallbelag erhalten hat. Indessen bleibt als häufigste und bedeutendste Ursache eines Abblassens der Contouren und Contraste auf dem Leuchtbild wie auf dem Röntgogramm die Verwendung harter Strahlen, die beispielweise nur von Schwermetallen erheblich absorbirt werden.

Das, was beim ersten Anblick eines Röntgenbildes auffällt, ist der Contrast. Ist dieser gross, so ist die Hauptaufgabe eines Röntgenbildes als Bild erfüllt. Ist dieser Contrast aber nur dort gross, wo man ihn zur Diagnose nicht nöthig hat, so ist das Ganze im Werth verringert einem Bilde gegenüber, das infolge des Vorhandenseins vieler erwünschten Einzelheiten grosse Contraste entbehrt. Ein Bild dagegen, dem gleichzeitig Einzelheiten und Contraste fehlen, oder in dem das Gesuchte eben nur sichtbar ist, erfordert eine Wiederholung der Aufnahme und im Falle eines nicht verbesserten Resultats, das durch den geringen Schattenunterschied im Object selbst bedingt sein kann, erlangt es nur dann einen bedeutenden Werth, wenn die Beantwortung der speciellen Fragen in dem betreffenden Falle ihm diesen verschafft.

Bilder, welche neben starken Contrasten auch geringe aufweisen, verlieren diese zum Theil bei den gebräuchlichen, zur Reproduction verwendeten, von ganz anderem photographischen Gebiet übernommenen, mit bestimmten Mitteln immer auf erhöhten Contrast hinzielenden Processen und somit büssen sie einen wesentlichen Theil ihres Inhaltes bei der versuchten Wiedergabe ein.

Auch durch die einfache Copirung eines Röntgenbildes entziehen sich in geringerem Masse Einzelheiten dem Abdruck und erhöhen dadurch die übrigbleibenden Contraste.

Infolge der Gesammt-Strahlenzerstreuung einerseits und der Ueberlagerung der inneren Organe andererseits erleidet der Schattencontrast und die Deutlichkeit der Abbildung eine bedeutende Verminderung, welche überaus schnell mit der Dicke des untersuchten Gegenstandes zunimmt.

Abgesehen von den Umrissen der inneren Organe erlangt die relative Schattentiefe dort einen besonderen Werth, wo Schattengrenzen überhaupt fehlen, wie z. B. am unteren Rand der Leber. Ein Fall, in dem die relative Schattentiefe von erheblichem Werth ist, betrifft die Lebercirrhose, bei der die Milz einen verstärkten, die Leber einen abgeschwächten Schatten wirft.

Eine Hebung beider Momente — die Verschiedenheit der Schattentiefe und die Deutlichkeit der Schattenumrisse — bewirkt der viele krankhafte Zustände begleitende Muskelschwund. Der Muskelschwund, der meist mit einer weitergehenden Abmagerung infolge Aufzehrung des Fettpolsters gepaart ist, erhält zuweilen wie bei geringem Grade desselben einen Ersatz durch Fett, ähnlich wie bei dem Aufhören von „Training".

Aus all dem Vorhergehenden ist ersichtlich, dass dicke Fettpolster und starke Muskeln die Ausübung der Röntgenuntersuchung wie der Percussion und Auscultation erschweren.

II. Das Gebiet der Röntgenuntersuchung.

In der principiellen Einfachheit der Röntgenuntersuchung liegt die erzielbare Leichtigkeit der Feststellung anatomischer Normen und pathologischer Typen im Röntgenbild und dadurch die Sicherheit des Nachweises geringer, wie umfangreicher Abnormitäten im einzelnen Fall.

Die Feststellung solcher Normen und Typen ist schon bis zu einem erheblichen Grad gediehen. Indessen bleiben die Atlanten der Anatomie das erste Nachschlagebuch bei der Röntgenuntersuchung. Die Atlanten der Röntgographie behandeln zum Theil specielle Aufgaben in ausführlicher Weise und besitzen ferner ein besonderes Feld in allen denjenigen Körpertheilen, bei welchen mit Siechthum und Tod, infolge sinkenden Muskeltonus, Organverschiebungen stattfinden.

Die Röntgenuntersuchung des lebenden menschlichen Körpers hat ein überaus grosses Material gezeitigt, das aber selten mit ausreichenden Daten versehen ist, um für allgemeine Zwecke weit ausgenutzt werden zu können. Dagegen hat dieselbe aus den mannigfaltigen concreten Feststellungen der inneren Variabilität des Menschen grossen Nutzen gezogen, jedoch nicht mit einem Schlag, sondern allmählich die Topographie der inneren Organe intra vitam wie auch die Wirkung der Schwere auf diese klarzustellen begonnen.

Die reichlichen anatomischen und pathologischen Vorkenntnisse des Typischen, welche vor allem die Ausübung der Röntgenuntersuchungen fordert, finden in den Ergebnissen derselben eine dauernde Ergänzung sowohl für die Allgemeinheit als auch ganz besonders für den Untersucher selbst.

Der allgemeine Werth eines Röntgenbildes bei der Stellung der Diagnose besteht aber nicht sowohl in der Reichhaltigkeit als vielmehr in dem simultanen Ueberblick des Inhalts desselben. Dieser Ueberblick umfasst z. B. am Thorax mit einem Mal die lebenswichtigsten Organe — das Herz, die Lunge, die Rippen, das Zwerchfell —, deren Zustand häufig der Diagnose, vor allem der Prognose eine Richtschnur giebt.

Auffallende Beispiele sind das kleine Herz beim phthisischen Habitus und bei der hinkenden Pubertät, sowie die grossen hellen Lungenfelder bei manchem sich wiederholenden Bronchialasthma, die das vorhandene Volumen pulmonum auctum auf einmal klarlegen.

Der Ueberblick wird vollkommen durch:

1. Aufnahmepaare bei verschiedener Richtung der Ansicht.
2. Doppelbilderpaare von symmetrischen, getrennten Körpertheilen, insbesondere der Extremitäten.

Die inneren Körpertheile und Organe, sowie krankhafte Partien derselben, Neubildungen, pathologische Ansammlungen von flüssiger oder fester Beschaffenheit und eingedrungene Fremdkörper bilden sich ohneweiteres nur dann ab, wenn in oder neben denselben 1. Kalk und Phosphor, Metalle oder andere schwere Substanzen, 2. Fett oder 3. Luft zugegen sind.

Flüssigkeitsansammlungen, eitrig, blutig und hydropisch besitzen fast dieselbe Diaphanie für Röntgenstrahlen wie feuchtes Gewebe und sind im Körper im allgemeinen nicht von letzterem unterscheidbar. Unterhalb der Lunge sind sie bei seitlichen Körperneigungen unter günstigen Umständen durch Aenderungen in ihrem Niveau erkenntlich, das bei Pneumothorax wagrecht bleibt.

Nebeneinander liegende Organe, die weder Luft enthalten noch durch eine ausreichende Zwischenlage von Fettgewebe getrennt sind, werden, wo das möglich ist und rathsam erscheint, durch die Einführung trennender Substanzen von abweichender Dichtigkeit abbildungsfähig. Solche Substanzen sind reine Luft, Fett und specifisch schwere ungiftige Körper, z. B. Sauerstoff, Cocosfett, Jodoform, Ferr. carb. sacch., Bismuthum subnitr.

Fremdkörper.

Da die Fremdkörper, welche in den Geweben nachgewiesen werden können, das erst errungene Gebiet der Röntgenuntersuchung bildeten, gebührt ihnen der Vorrang.

Die gegenseitig von einander abhängigen Bedingungen dieses Nachweises sind eine nicht übermässige Dicke des umschliessenden Körpertheils und ein beträchtlicher Unterschied in der Diaphanie für Röntgenstrahlen zwischen dem Fremdkörper und seiner Umgebung.

Hieraus ist ersichtlich, dass sich das beste Röntgenbild bei metallischen Fremdkörpern und dünnen oder lufthaltigen Körpertheilen erzielen lässt.

Da erst in der skiametrischen Construction *Benoist's* ein Mittel an die Hand gegeben ist, womit die relative Diaphanie verschiedener vorkommender Körper in einheitlicher Weise für Strahlen bestimmter Qualität sich feststellen lässt, bestehen noch keine endgiltigen Tabellen darüber. Solche bilden auch wohl kein dringendes Bedürfnis, da für alle Körper durch das Volumgewicht und die Kenntnis der Anwesenheit und Theilmenge der Elemente, namentlich von höherem Atomgewicht als dem des Sauerstoffs, die Abbildungsfähigkeit eines Fremdkörpers sich genügend schätzen lässt. Dagegen fehlen noch vielfach Elementaranalysen neben Volumgewichtsbestimmungen der häufiger vorkommenden Fremdkörper, insbesondere der Concremente unter Anrechnung ihres Wassergehalts im feuchten Zustand.

Die Abbildungsfähigkeit aller Körper wird weit mehr von der Strahlenqualität als von den übrigen Momenten bedingt, so dass zahlenmässige Angaben zunächst entbehrlich sind. Es genügt daher die Gegenüberstellung der Atom- und Volumgewichte der elementaren Körper und die Angaben der durchschnittlichen Dichte nebst den elementaren Bestandtheilen häufiger unter Menschen vorkommender zusammengesetzter Körper, die, wie die folgenden theils in Reihenfolge der Substanzen nach Gewicht geordneten Tabellen zeigen, oft zum grossen Theil von der Beimengung, bezw. dem Einschluss von Wasser oder Luft in den Zwischenräumen abhängen.

Atom- und Volumgewichte einfacher Körper.

	Atom. Gew.	Spec. Gew.		Atom. Gew.	Spec. Gew.
Wasserstoff	1	—	(Bronze)	—	8,7
Bor	11	2,6	Kupfer	63	8,9
Kohlenstoff (Diamant)	12	3,5	Zink	65	7,2
Stickstoff	14	—	Arsen	75	5,7
Sauerstoff	16	—	Selen	79	4,8
Fluor	19	—	Brom	80	3,2
Natrium	23	1,0	Silber	108	10,6
Magnesium	24	1,7	Cadmium	112	8,6
Aluminium	27	2,6	Zinn	118	7,2
Silicium	28	2,4	Antimon	120	6,7
Phosphor	31	2,0	Jod	126	5,0
Schwefel	32	2,0	Barium	137	3,8
Chlor	35	—	Wolfram	184	19,0
Kalium	39	0,9	Platin	195	21,5
Calcium	40	1,6	Gold	197	19,3
Mangan	55	7,5	Quecksilber	200	13,6
Eisen	56	7,9	Blei	207	11,4
Nickel	59	8,9	Wismuth	208	9,8
(Messing)	—	8,5	Uran	240	18,7

Volumgewichte zusammengesetzter Körper und Theilmengen ihrer Bestandtheile.

I. Thierische Gewebsstoffe.

		H_2O	O	C	H	Spec. Gew.
Fettgewebe	Stearin diaktinisch ähnlich	271	150	778	10	0,92
Butter	„ „ „	—	—	—	—	0,94
Stearin		—	11	76	13	0,97
Wachs	Stearin diaktinisch ähnlich	—	—	—	—	0,96
(Seife)		—	—	—	—	1,07
(Glycerin)		—	52	39	9	1,26
Blut	P—2, Fe—8, S—5, Cl—5, K—5, Na—3, N—7,7	150	12	27	1	1,05
Wasser		—	89	—	11	1,0
Eiinhalt	u. a. (Asche 1/2) N—1	89	2	7	1	1,09
Muskel		126	133	20	3	1,04
Nieren		—	—	—	—	1,05
Milz		—	—	—	—	1,06
Leber		—	—	—	—	1,07
Gehirn	Cortex (Asche 1,5), Medulla (2,6)	140	100	15	2	1,04
Knorpel		—	—	—	—	1,10
Sehne		—	—	—	—	1,12
Gelatine		—		—	—	1,11
Nägel		—	—	—	—	1,2
Horn		—	—	—	—	1,3
Haar		—	—	—	—	1,3
Chitin	N—6	—	46	40	8	1,4
Geweih		—	—	—	—	1,8
Elfenbein		—	—	—	—	1,8
Austerschalen und Perlmutter	Ca—40	—	48	12	—	2,1
Knochen	Asche 60%, Ca 22, P—10	—	—	—	—	1,8—2,0
Zahnkrone		—	—	—	—	2,3

II. Kohlehydrate.

Kork	—	—	—	—	0,2 —0,24
Pappelholz	—	—	—	—	0,36—0,5
Weiches Holz	—	—	—	—	0,36—0,6
Nadelholz, trocken	—	—	—	—	0,45
„ nass	—	—	—	—	0,84
Laubholz, trocken	—	—	—	—	0,66
„ nass	—	—	—	—	1,1

		H_2O	O	C	H	Spec. Gew.
Torf, trocken		—	—	—	—	0,5
Hartholz		—	—	—	—	0,6 —1,3
Eichenholz		—	—	—	—	0,75—1,1
Buchsbaum		—	—	—	—	0,9 —1,3
Pockholz		—	—	—	—	1,3
Celluloid	u. a. N—15	—	40	50	5	1,2
Cellulose		—	50	44	6	1,5
Stärkemehl		—	—	—	—	1,5
Weizenmehl		—	—	—	—	1,56
Dextrin		—	50	44	6	1,5
Zucker		—	53	40	7	1,6
Honig		—	—	—	—	1,45
III. Gummi, Harze.						
Harz		—	—	90	10	1,1
Bernstein		—	—	90	10	1,08
Guttapercha		—	—	90	10	1,0
Kautschuk		—	—	90	10	0,9
Hartgummi	S—	—	—	C	H	1,5—2,5
Gummi arabicum	u. a. Ca, K, Na	—	50	42	6	1,3—1,45
IV. Kohlenstoffe.						
Holzkohle		—	—	—	—	0,3—0,5
Kokes		—	—	—	—	0,4
Asphalt		—	—	—	—	0,9—1,6
Braunkohle		—	—	—	—	1,2—1,4
Steinkohle		—	—	—	—	1,3—1,35
Anthracit		—	—	—	—	1,4—1,6
Holzkohlepulver		—	—	—	—	1,4—1,7
Graphit		—	—	—	—	2,3
Diamant		—	—	—	—	3,5
V. Erde, Steine.						
Rubin	Al—52	—	48	—	—	4,3
Saphir	Al—52	—	48	—	—	4,0
Smaragd, orient.	Al—52	—	48	—	—	4,0
Topas, „	Al—52	—	48	—	—	4,0
Schmirgel	Al—52	—	48	—	—	4,0
Thonerde	u. a. Al—52	—	48	—	—	1,8—2,6
Bergkrystall-Quarz	Si—46	—	54	—	—	2,7
Amethyst	Si—46	—	54	—	—	2,7
Karneol und Jaspis	Si—46	—	54	—	—	2,7
Feuerstein	Si—46	—	54	—	—	2,7
Achat und Onyx	Si—46	—	54	—	—	2,7
Opal	u. a. Si—46	—	54	—	—	2,7—1,1
Sand	„ „ Si—46	—	54	—	—	1,4—1,6
Sandstein	„ „ Si—46	—	54	—	—	1,9—2,5
Sand, nass		—	—	—	—	2,0
Glas, Kron-	Ca, Na, Si	—	O^2	—	—	2,4—2,6
„ Spiegel-	Ca—1, K—6, Na—11, Si—36	—	46	—	—	2,5
„ grünes	Ca, K, Al, Na, Fe, Si	—	O^2	—	—	2,6
„ Tafel-	Ca—2, K—9, Na—9, Si—35	—	45	—	—	—
„ Hohl-	Na—16, K—7	—	O^2	—	—	—
„ Fenster-	Ca, K, Al, Na, Si	—	O^2	—	—	2,6
„ Krystall-	Pb—35, K—10, Si—23	—	32	—	—	3,0
„ Hart- (Jenaer)		—	—	—	—	—
„ Blei-, opt. Flint-	u. a. Pb—40, K—10, Si—21	—	29	—	—	2,9—3.8
„ Jenaer		—	—	—	—	2,2—8,3
„ Strass-Similibrillanten		—	—	—	—	4,5

		H_2O	O	C	H	Spec. Gew.
Kaolin	Al—24, Si—20	—	55	—	2	2,2
Porzellan	u. a. Al—24, Si—20	—	55	—	2	2,1—2,5
Thon	„ „ Al—24, Si—20	—	55	—	2	1,8—2,6
„ gebrannt	„ „ Al—24, Si—20	—	55	—	2	1,8
Steingut	„ „ Al—24, Si—20	—	55	—	2	2,6
Ziegelsteine	„ „ Al—24, Si—20	—	55	—	2	1,4—2,2
Schamotte	„ „ Al—35, Si—27	—	38	—	—	1,8
Lehm	„ „ Al—35, Si—27	—	38	—	—	1,5—2,8
Bimstein	u. a. Al,Si	—	O_2	—	—	0,9—1,6
Glimmer	u. a. Al—18, Si—38	—	44	—	—	2,8
Schiefer	u. a. Al, Si	—	O_2	—	—	2,7
Porphyr	„ „ Al, Si	—	O_2	—	—	2,8
Basalt	„ „ Al, Si	—	O_2	—	—	2,8—3,2
Bausteine, gew.	„ „ Al, Si	—	O_2	—	—	2,4—2,7
Talcum	Mg—17, Si—26	—	57	—	—	2,5
Meerschaum	Mg, Si	—	O_2	—	—	1,2
Asbest	Ca—28, Mg—17, Si—20	—	35	48	—	2,5
Smaragd	Be, Al, Si	—	O_2	—	—	—
Topas	Be, Al, Si	—	O_2	—	—	—
Granat	Fe, Ca, Mg, Al, Si	—	O_2	—	—	—
Kalk gebrannt	Ca—72	—	28	—	—	3,1
Kreide	Ca—40	—	48	12	—	1,5—2,8
Kalkstein, Marmor	Ca—40	—	48	12	—	2,6—2,8
Kalkspath	Ca—40	—	48	12	—	2,7
Alabaster	Ca—23, S—19	—	58	—	2	2,6
Gyps	Ca—23, S—19	—	58	—	2	1,0
Gypsmehl	Ca—30, S—27	—	47	—	—	2,3
Mörtel (Kalk 1, Sand 2)		—	—	—	—	1,4—1,8
Cement (Kalk + 10—30% Thon)		—	—	—	—	2,7—3,0
Braunstein	Mn—63	—	37	—	—	5,0
	VI. Salze, Oxyde.					
Salmiak	N—26, Cl—66	—	—	—	8	1,5
Borsäure	Bo—18	—	77	—	5	1,5
Kochsalz	Cl—60, Na—40	—	—	—	—	2,2
Kochsalzlauge (35 + 100)	Cl—16, Na—10	—	66	—	8	1,2
Baryt (sulf.)	Ba—59, S—14	—	27	—	—	4,7
Chlorsilber	Ag—75, Cl—25	—	—	—	—	5,5
Bromsilber	Ag—57, Br—43	—	—	—	—	4,8
Zinkoxyd	Zn—80	—	20	—	—	5,7
Bleizucker	Pb—54	—	29	13	4	2,4
Bleiweiss	Pb—87	—	11	2	—	6,0
Mennige	Pb—91	—	9	—	—	8,0
Kalomel	Hg—83, Cl—17	—	—	—	—	7,2
Zinnober	Hg—86, S—14	—	—	—	—	8,1
Ferr. carb. sacch. Austr. Fe—15% Germ.	Fe 10%	—	—	—	—	—
Jodoform	J—97	—	—	3	—	4,1
Bismuth. subnitr.	Bi—73, N—3	—	24	—	—	4,8

Die Daten der obigen Tabellen sind mit einigen Ausnahmen den bekannten Werken, beziehungsweise Zusammenstellungen von *Biedermann, Haswell, Heffter, Kossel, Vierordt* und *Meyer* entnommen und vielfach, dem Zweck entsprechend, abgerundet. Horn, Geweih, Chitin, Bromsilber- und Wismuthnitratpulver und einige andere Körper wurden vom Verfasser einer einmaligen Bestimmung des Volumgewichts unterworfen.

In der Tabelle ist zunächst bemerkbar, dass das Volumgewicht der Elemente grosse Abweichungen in der Reihenfolge gegenüber dem Atomgewicht aufweist. Bemerkenswerth, mit Rücksicht auf die Verwendung der beiden Metalle im Röntgenfach ist das leichtere Volumgewicht des Bleies dem atomisch leichteren Platin gegenüber, sodann das etwas niedrige Volumgewicht des wenig diaphanen Jods, wie noch mehr des Jodoforms. Der Schwefel, der dem Hartgummi im Vergleich mit Kautschuk und in geringerem Grade dem weniger geschwefelten Weichgummi eine stark verminderte Diaphanie verleiht, ist in reinem Zustande zwar specifisch leicht, dagegen, wohl infolge seiner krystallinischen Beschaffenheit und seines Atomgewichtes, beträchtlich adiaphan.

Im allgemeinen scheinen krystallinische Körper ceteris paribus mehr adiaphan zu sein als einfache amorphe Substanzen, zumal als colloid, bezw. durchsichtig schmiegbare Körper.

Zwischen Horn und Knochen wie Geweih besteht infolge des Kalkgehalts der letzteren ein Unterschied in der Diaphanie von ganz anderer Ordnung als desjenigen im Volumgewicht. Im Grunde ähnlich ist der geringe Diaphanunterschied zwischen Bleiweiss und Bleizucker gegenüber dem grossen Unterschied im Volumgewicht.

Blei-(Flint-)Glas in kleinsten Stücken ist weit eher nachweisbar im Gewebe als Kronglas, welches hauptsächlich aus Sand und Kalk hergestellt wird. Ein trockener Gypsverband ist weit durchlässiger als ein durchfeuchteter, in dem Wasser an die Stelle von Luft tritt.

Der Graphit in einem Bleistift gibt einen sehr deutlichen Schatten. Celluloid ist viel durchlässiger als schwefelhaltiger Gummi.

Kalkhaltige Gebilde.

Die stark kalkhaltigen Theile des Organismus sind normalerweise allein die Knochen und Zähne, die neben dem Calcium auch Phosphor reichlich enthalten. Vermehrungen der beiden Elemente finden sowohl interstitiell als auch bei der Hypertrophie, und zwar allgemein wie local statt. Allgemeine Verminderungen kommen bei Abnahme der Ernährung, locale infolge von Druck, Vergiftung und Gefässveränderungen vor. Eine Exostose neben einem Kalkschwund ist nicht selten.

Die Krankheiten, bei denen sich der allgemeine oder der locale Kalkbestand ändert, umfassen die Acromegalie, die Eburneation, die Exostose, die Osteonekrose, die Caries und die krankhafte Osteoporose (Spina ventosa, die acute und chronische Gicht, Gummata, Osteomyelitis, Osteomalacie), Aneurysmen. Hinzu kommen die Osteoporose des Alters und der Rückenmarkskrankheiten (*v. Leyden* und *Grunmach*), die acute und chronische Knochenatrophie zum Theil infolge von Nichtgebrauch der Muskeln und des Knochengerüsts und die Verkalkung des Callus. Bei der acuten Knochenatrophie fand *A. Exner* eine hochgradige Halisterese. Halisterese ohne äussere Atrophie kann, von Usurirung abgesehen, bei der Osteoporose bestehen.

Verkalkungen der Weichtheile finden vornehmlich bei localen Verminderungen der normalen Gewebsprocesse, bezw. Ernährung statt. Sie werden beobachtet um Knochen, insbesondere Gelenkenden herum, in Drüsen und Drüsengängen, in den Luftwegen, im Darm, in Neu-

bildungen (Schwarten, Fibromen, Lipomen, Sarkomen, Carcinomen) und in abgestorbenen Parasiten.

Die Concremente, die sich bei verdickten, bezw. chemisch veränderten Ausscheidungen bilden, enthalten der Mehrzahl nach phosphorsauren Kalk. Nierensteine aus oxalsaurem Kalk oder aus harnsaurem Natron geben auch je nach der Grösse ein mehr oder weniger deutliches Bild. Gallensteine enthalten Cholesterin und Bilirubinkalk, seltener Calciumphosphat und -carbonat oder gemischte Bestandtheile, nur wo Kalk vorhanden ist und dann äusserst selten sind sie im Körper röntgographisch feststellbar.

Kleine Steine, bezw. Verkalkungen zeigen sich häufiger in den Bronchialdrüsen, in den Rippenknorpeln, in den Nieren, im Ureter und in der Harnblase.

Die vielen localen Charakteristica, die der Differentialdiagnose der verschiedenen röntgographisch erkennbaren Erkrankungen der Knochen, der verkalkten Gewebe und Concremente dienlich sind, gehen unmittelbar aus der speciellen Pathologie hervor und entbehren hier einer näheren Beschreibung. Häufig an der Hand eines Bildes und der Hauptmomente der Anamnese lässt sich vom Bilde allein eine bestimmte Diagnose stellen, z. B. eines Osteosarkoms.

Die Rachitis, auch zuweilen wenn ausgeheilt, ist am Röntgenbild erkennbar, indem die Epiphysenknorpel bezw. -linien unregelmässig gestaltet sind und oft nur einen kleinen Knick in der Mitte aufweisen.

Mit einigen Ausnahmen zeigen sich alle Knochen des Skelets im Körper durch deutliche Schatten. Nur von den Schädelknochen werden die dichten Fugen nicht abgebildet, dagegen ihre Höhlungen, ihre Tuberositäten und die Diploe mit mehr oder weniger Deutlichkeit, je nach der Gesammtdicke der durchstrahlten Knochensubstanz und der Verwicklung der durcheinander projicirten Formen. Ein Merkmal guter Abbildung des Schädels — nicht nur im Präparat, sondern im Kopf — ist bei der Transversalansicht der Umriss der Crista galli, wie der Sella turcica.

Von dem übrigen Skelet sind die Knochenformen fast immer hinreichend deutlich, um Brüche, Verrenkungen und Verunstaltungen am Röntgogramm, wenn nicht am Leuchtschirm, zu erkennen. Ausser dem Hüftgelenk bei starken Individuen werden das Steissbein und die untere Hälfte des Kreuzbeins infolge ihrer Lage, bezw. ihrer äusserst spongiösen Beschaffenheit auf dem üblichen Röntgenbilde undeutlich oder gar nicht sichtbar. Diese Undeutlichkeit überträgt sich auch auf die Knochen der Phalangen, wenn sie unter dem Rumpf abgebildet werden, und zeigt das Massgebende des kleinen Knochenverhältnisses gegenüber dem übrigen Gewebe.

Bei den Rippen und den Knochen der Extremitäten sieht man im Röntgogramm die hinten gelegenen durch die vorderen hindurch und auch den Markcanal der Diaphysen, ausser an den Uebergängen in die Spongiosa, mit grosser Deutlichkeit selbst durch einen Gypsverband.

Bei Verrenkungen und Brüchen wird die Verlagerung der Knochenenden mittels Aufnahmepaaren genau festgestellt. Doppelbilder der Schulter- und Hüftgelenke sind besonders werthvoll. Der Umfang einer Nachgiebigkeit an einem Locus minoris resistentiae im

Knochen-Bänderapparat lässt sich durch die Einwirkung einer vermehrten Last, z. B. bei Plattfuss, durch das Körpergewicht zur Veranschauung bringen.

Bei einem genügenden Winkelunterschied der Hauptstrahlenrichtungen zweier Aufnahmen ergiebt sich nach einer einfachen Construction die Tiefenlage abgebildeter Punkte. Zu dieser Localisation genügt oft 20°.

Schon ohne Construction kann man vermöge der Stereoskopie die gegenseitige Tiefenlage zweier Punkte, bezw. Gebilde oder Fremdkörper oft mit sicherem Blick übersehen.

Die Nothwendigkeit, zwei annähernd gleichwerthige Bilder an der Hand zu haben, um der Stereoskopie gerecht zu werden, hat u. a. zu rascheren und sicheren Mitteln, wo anwendbar, geführt.

Ein solches Mittel besteht für die Durchleuchtung in der bewusst dirigirten Bewegung der Röntgenröhre beim Stillstand des Objects, wodurch unmittelbar hintereinander eine Reihe von Projectionen vorgenommen werden können. Für Untersuchungen von Knochenbrüchen und die Anlegung von Verbänden unter Controle des Leuchtbilds verwendet *v. Bergmann* eine unter einem Tischgestell leicht bewegliche Röntgenröhre, die durch mehr als einen Rechtwinkel geführt werden kann. Für die Untersuchung des Brustkorbs benutzen *Grunmach* und *Levy-Dorn* die übliche aufrechte Körperstellung gleichfalls an der Hand leicht beweglicher Röhrenführungen.

Die sachgemässe Benutzung solcher Apparate zur Gewinnung der verschiedensten Ansichten von Fremdkörpern, Knochenenden und anderen groben inneren Körpertheilen, insbesondere der Aorta überragt in diagnostischer Hinsicht alle anderen Verwendungen. Das gilt auch unter Beibehaltung der röntgographischen Darstellung des Genaueren, zu der die vorangehende Durchleuchtung bei mässigem Umfang, bezw. sonst geeigneter Beschaffenheit des untersuchten Körpertheils oft die erwünschte Direktive gibt.

Eine werthvolle Darstellung pathologischer Knochenformen an Gelenken ergiebt der Vorgang *König's*, der zur Veranschaulichung der Coxa vara zwei Beckenaufnahmen üblicher Art, die eine bei Innen-, die andere bei Aussenrotation des Femurknochens (wie in Fig. 3 u. 4 der Tafel) herstellen liess, da es nicht möglich ist, vom Hüftgelenk neben einer Frontalansicht auch eine Transversalansicht zu gewinnen. Wagerechte rechtwinklig zueinander stehende Projectionen aller Körpertheile lassen sich durch Neigungen der Projectionsrichtung von 45° zum Sagittalen bezw. Frontalen in zufriedenstellender Weise anfertigen (z. B. Fig. 5 u. 6 der Tafel, die den reponirten Caput ossis femoris in Doppelschrägansicht des Beckens wiedergeben).

Unter besonderen Bedingungen sind sagittale Projectionen, wie z. B. der Orbita, infolge der Länge des menschlichen Kopfes, weniger ausführbar als transversale und verticale Projectionen. Die Fig. 1 u. 2 der Tafel zeigen ausser einem Fremdkörper am Bulbus oculi den Schatten einer an der Cornea sitzenden schalenförmigen Marke, die den Situs und die Krümmung der Hornhaut zum Ausdruck bringt, sowie die umliegenden Knochentheile, bezw. Zähne auf dem Wege der beiden um 60° von einander abweichenden Projectionen.



1.



2.

Transversal- und Vertikalaufnahmen der Orbita und eines Stahlsplitters [illegible] des Bulbus oculi nebst Drahtmarken an den Lidern, bezw. Metallschale an [illegible]



3.



4.

Innen- und Aussen-Rotation des Femurs zur Darstellung der [illegible]



5.



[illegible]

Gegenseitige Schrägaufnahmen zur Darstellung [illegible]
(Fig. 5 rechts eine Anteversion [illegible])

Urban & Schwarzenberg, Berlin u. Wien.

Druck von [illegible]

Knochen[illegible] lässt sich durch die [illegible] vermeh[illegible] bei [illegible], durch die Körper[illegible] Veran[illegible].

[illegible] der Hauptstrahl[illegible] [illegible] ergiebt sich nach einer einfachen [illegible] die [illegible] Punkte. Zu dieser Localisation [illegible]

[illegible] kann man vermöge der Stereoskopie [illegible] Punkte, bezw. Gebilde [illegible] Fremd[illegible] [illegible] Blick übersehen.

[illegible], zwei annähernd gleichwerthige Bilder [illegible] der Stereoskopie gerecht zu werden, hat u. a. [illegible], wo anwendbar, geführt.

[illegible] für die Durchleuchtung in der bewus[illegible] Röntgenröhre beim Stillstand des Objects [illegible] hintereinander eine Reihe von Projectionen [illegible] werden können. Für Untersuchungen von Knochen[illegible] von Verbänden unter Controle des Leucht[illegible] eine unter einem Tischgestell leicht be[illegible], die durch mehr als einen Rechtwinkel geführ[illegible]. Für die Untersuchung des Brustkorbs benutzen *Grunmach* [illegible] aufrechte Körperstellung gleichfalls an de[illegible] Röhrenführungen.

[illegible] Benutzung solcher Apparate zur Gewinnung [illegible] Ansichten von Fremdkörpern, Knochenenden und [illegible] Körpertheilen, insbesondere der Aorta überragt [illegible] alle anderen Verwendungen. Das gilt auch [illegible] der röntgographischen Darstellung des Genaueren, [illegible] Durchleuchtung bei mässigem Umfang, bezw. [illegible] Beschaffenheit des untersuchten Körpertheils oft die [illegible].

[illegible] Darstellung pathologischer Knochenformen [illegible] Vorgang *König's*, der zur Veranschaulichung [illegible] Beckenaufnahmen üblicher Art, die eine be[illegible], die andere bei Aussenrotation des Femurknochens (wie in Fig. 3 u. 4 der Tafel) herstellen liess, da es nicht möglich ist, vom Hüft[illegible] neben einer Frontalansicht auch eine Transversalansicht zu [illegible]. Wagerechte rechtwinklig zueinander stehende Projectionen aller Körpertheile lassen sich durch Neigungen der Pro[illegible]richtung von 45° zum Sagittalen bezw. Frontalen in zufrieden[illegible] Weise anfertigen (z. B. Fig. 5 u. 6 der Tafel, die den [illegible] Caput ossis femoris in Doppelschräganansicht des Beckens [illegible]).

[illegible] besonderen Bedingungen sind sagittale Projectionen, wie [illegible], infolge der Länge des menschlichen Kopfes, weniger [illegible] transversale und verticale Projectionen. Die Fig. 1 u. 2 der Tafel [illegible] ausser einem Fremdkörper am Bulbus oculi [illegible] an der Cornea sitzenden schalenförmigen Marke, die [illegible] die Krümmung der Hornhaut zum Ausdruck bringt, sowie [illegible] Knochentheile, bezw. Zähne auf dem Wege der beiden [illegible] abweichenden Projectionen.



1.

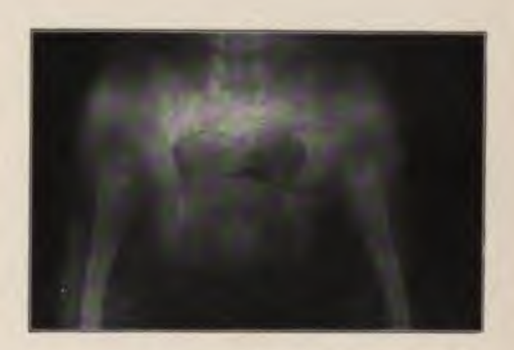


2.

Transversal- und Verticalaufnahmen der Orbita und eines Stahlsplitters am hinteren Pol des Bulbus oculi nebst Drahtmarken an den Lidern, bezw. Metallschale an der Cornea.



3.



4.

Innen- und Aussen-Rotation des Femurs zur Darstellung der Schenkelhalsform nach *König*.



5.



6.

Gegenseitige Schrägaufnahmen zur Darstellung der Lage und Richtung des Schenkelhalses. (Fig. 5 rechts eine Anteversion des krankhaften Caput femoris.)

Urban & Schwarzenberg, *Berlin* u. Wien.

Druck von Gottlieb Gistel & Cie. in Wien.

Weichtheile.

Die Diaphanunterschiede unter den Weichtheilen des Körpers, abgesehen von eingeschlossenem Kalk oder Luft, sind geringfügig und nur unter günstigen Umständen, insbesondere bei kleiner Dicke der durchstrahlten Gewebsstrecke, in erheblichem Masse verwerthbar.

Nur vereinzelte Muskeln, begünstigt durch Umfang, Lage und Umgebung, bilden sich im Röntgogramm ab. Die Grenze zwischen dem fetthaltigen Unterhautzellgewebe und den darunter befindlichen Muskeln zeigt sich indes im allgemeinen mit grosser Schärfe. Asymmetrische Ansatzflächen auf dem Os ilium zeigen die Mm. glutaei med. bei der einseitigen angeborenen Hüftluxation. Bei der arthropathischen Hüftverrenkung Erwachsener sieht man zuweilen Stränge im M. obturator externus. Am Bilde der Hand erscheinen zuweilen die von Fettgewebe umgebenen Enden der Mm. interossei, an dem des Unterschenkels auch bei Erwachsenen die Einkerbung zwischen den Mm. soleus und gastrocnemius.

Unter Sehnen werden fast allein die vom Fettgewebe ganz, bezw. theilweise umgebene Achillessehne und das Lig. patellae abgebildet, und auch nur bei der Seitenansicht vom Fuss, bezw. Knie. An Kinderbecken werden die aponeurotischen Muskelinsertionen an beiden Trochanteren mehr oder weniger von einander abgegrenzt.

Bei venöser Stauung werden erhabene Hautvenen abgebildet. Innere Venen werfen fast nur dann einen besonderen Schatten, wenn sie wie in der Lunge, von Luft umgeben sind. Die Vena cava superior wird nur bei wagerechter Körperstellung abgebildet.

Unter den Organen des Abdomens zeigen sich unter günstigen Umständen die Milz und die Niere. Erstere wenn der Magenfundus Luft enthält, letztere, wenn das Organ von Fettgewebe reichlich umgeben, einen nicht sehr kleinen Theil der ganzen durchstrahlten Strecke ausmacht, wie das namentlich unter Anwendung einer Compressionsblende der Fall ist.

Von Nierentumoren ist die Hydronephrose *(Grunmach)*, dank ihrer rundlichen Gestalt, zur erkenntlichen Abbildung gelangt. Bei Nierenkranken, wie auch bei schwangeren Individuen ist eine Röntgenuntersuchung weniger als bei anderen empfehlenswerth, da etwa infolge von Hydrämie pathogenische Einwirkungen eher vorkommen können.

Lufthaltige Gebilde.

Ebenso bedeutsam wie die Aufdeckung von Fremdkörpern, von Knochenbrüchen, von Verrenkungen und Verunstaltungen ist die Feststellung der Lage, Form und Umfang von inneren Organen, die entweder selbst Luft enthalten und deshalb von ihrer Umgebung im Röntgenbild abstechen oder in einer lufthaltigen Umgebung liegen.

Die Organe und Körpertheile, die sich normalerweise durch die Gegenwart von Luft in oder neben ihnen, zum grösseren oder kleineren Theil und mehr oder weniger deutlich abgrenzen lassen, sind die Höhlen der vorderen Schädelknochen, der Gaumensegel, die Höhlung des Pharynx, des Larynx und der Trachea, die Lungen, das

Herz, die Brustaorta, die Rippen, das Zwerchfell, die Cardia ventriculi, die Milz, die Leber, der Dickdarm und die Harnblase.

Ausser bei den thoracalen Organen und Körpertheilen wird die Röntgenuntersuchung seltener verwandt als am Thorax, bei diesem aber infolge der Ausgiebigkeit und Bedeutsamkeit der Befunde desto reger bethätigt. Bei den extrathoracalen lufthaltigen Körpertheilen kommen hauptsächlich die Feststellung und Localisation von Fremdkörpern in Betracht.

Am Thorax zeigen sich mit grosser Deutlichkeit die Umrisse derjenigen Organe, die in ihrem Volumen wie in ihrer Function das Individuum durchgreifend charakterisiren. Dieser Umstand erfolgt aus der überaus grossen Durchlässigkeit der Luft für Röntgenstrahlen und aus der Lage, der Grösse und den Formen der häufig pathologisch veränderten Thoraxorgane.

Das Röntgenbild des Thorax bietet helle Lungenfelder, die, durch den Medianschatten der Wirbelsäule sammt Mediastinalorganen und Brustbein getrennt, peripher von den fast ebenso dunklen Schatten der Schulter, des Halses, der seitlichen, tangentialtiefen Thoraxwand und der Leber umgeben sind.

Die Schatten, die normalerweise in die Lungenfelder hineinragen, sind diejenigen des Herzens, der Aorta, der Zwerchfellkuppen, bezw. Leber und Milz, der Vorderenden der Rippen und der sich strahlenförmig ausbreitenden Lungengefässe, die, theils von dicker Wandung, theils mit Blut gefüllt, bis zu mittlerer Entfernung zwischen Lungenhilus und Aussenrand der Lungenfelder hinreichen. Immer deutlicher als die weniger Knochensubstanz enthaltenden Vorderenden der Rippen erscheinen ihre hinteren Theile im Röntgenbild des Thorax.

Die Sagittalprojection, welche diese Ansicht von vorn ergiebt, kann man ein Frontalbild nennen. Auch Schrägprojectionen *(Grunmach, Holzknecht)* geben brauchbare Bilder, namentlich der Aorta. Schräge Doppelansichten sind der Stereoskopie und der Tiefenmessung dienlich. Vorsicht bei der Deutung von Schrägbildern des Thorax ist geboten, da das Brustbein „die Aorta“ vortäuschen kann.

Oberhalb der Claviculae reichen die hellen Lungenspitzen etwas höher als in der Leiche und somit höher als sie sonst dargestellt werden. Mit dem Tode zieht die Lungenelasticität die Apices etwas herunter, da die Halsmuskeln ihren Tonus verlieren. Geringere Schlaffheit dieser Muskeln bei Krankheit oder bei habitueller Senkung der Schulter und mangelhafter Entwicklung des M. cucullaris, bezw. omohyoideus dürfte geringere Wirkung haben. Weit bedeutender ist die Retraction der Lungenspitzen infolge phthisischer Lungenschrumpfung.

Die Lage und Gestalt von Herz und Lungen in den verschiedenen Ansichten dieser Organe in der gefrorenen Leiche, welche durch zahlreiche genaue Untersuchungen festgestellt wurden, geben ein Vorbild, mit dem die Bestimmungen an lebenden Individuen mittels Röntgenuntersuchung zu vergleichen sind. Einige Resultate der beiden Untersuchungsmethoden sind in bedeutendem Masse verschieden.

Am Brustkorb des Lebenden ist bekanntlich der Zwerchfellstand niedriger als in der Leiche, da das Diathragma *(Gad)* wie

auch die Mm. intercostales *(Cowl)* am Ende der normalen Exspiration einen Tonus beibehält. Dieser Unterschied im Stand des Zwerchfells ist bei der Röntgenuntersuchung merklich. Nach *Luschka* sind die Zwerchfellkuppen in der Leiche etwa 5 Cm. höher hinten als vorn und stehen im allgemeinen im Niveau des Sternalansatzes der 4. Rippe.

Auf zahlreichen Aufnahmen des aufrechten Thorax, bei denen ein Stück Metall das untere Ende des Sternums kenntlich machte, fand ich die Zwerchfellkuppen bei Lebenden im Durchschnitt um etwa eine Rippenbreite höher als die Marke.

Der Unterschied in der Höhe der beiderseitigen Kuppen, der häufig besteht, war zuweilen ebenso gross.

Ein genauer Vergleich ist dadurch ausgeschlossen, dass in der üblichen Leichenstellung die Leber u. a. m. nicht nur nach oben gezogen wird, sondern auch nach hinten sinkt und den Sinus phrenicocostalis weit mehr als im Leben zusammendrückt. Indessen erreicht der Hinterrand der Lunge *(Rüdinger, Toldt, Zuckerkandl)* nie die Höhe des Vorderrandes des (*Pansch*'schen) „Herzbodens" am Zwerchfell — obwohl die Ventrikel durch den Zug nach oben aus der Ecke geschoben werden —, mit Ausnahme der forcirten Exspirationsstellung am Lebenden.

Die Thoraxweite ist insbesondere an der unteren Apertur intra vitam grösser als nach dem Tode, was im Röntgenbild an dem stumpferen Winkel zwischen den Rippen und der Wirbelsäule bemerkbar ist. Noch grösser ist der Unterschied gegenüber Thoraxpräparaten mit eingetrockneten und dadurch verkürzten Rippenknorpeln.

Die Abflachung des Thorax in der Leiche bei der üblichen wagerechten Lage bedingt eine grössere Annäherung des Herzens an die Wirbelsäule als bei aufrechter Körperstellung. Beim Lebenden ist der Abstand noch grösser als im letzteren Fall. Indessen kann kein so breiter Zwischenraum bestehen wie das schräge Durchleuchtungsbild erscheinen lässt. Hier, wie an der unteren Grenze des Herzens, verschwindet die von den Strahlen reichlich durchsetzte Gewebskante bezw. -rundung gegenüber dickeren Partien.

Die diagnostischen Vorzüge des Röntgenbildes der Thoraxorgane beruhen hauptsächlich in der Uebersichtlichkeit und der Genauigkeit der Auskunft, sodann in der Darstellung von central gelegenen Gebilden und schliesslich in der Veranschaulichung bedeutsamer functioneller Vorgänge, unmittelbar bei der Durchleuchtung, mittelbar und reichlicher durch das Röntgogramm.

Der Vortheil der Untersuchung mittels des Gehörs, auch oberflächliche Grenzen leicht zu bestimmen, geht der Röntgenuntersuchung am Thorax wie Abdomen ab.

Die Röntgenuntersuchung des Thoraxinhalts und des Brustkorbs selbst zerfällt in eine anatomische, die sich mit Form- und Lageveränderungen, und in eine physiologische, die sich mit functionellen, bezw. Bewegungsveränderungen befasst. Die erstere vermittelt in genauer Weise die photographische Platte, beide am einfachsten, letztere oft am besten die Durchleuchtung.

Da die Durchleuchtung sofort einen Ueberblick über die gröberen Verhältnisse sowohl der Bewegungen als auch der Lage der Organe, gewährt, und zwar hintereinander bei verschieden gerichteter Projection, so ist dieselbe dort vorzuziehen, wo einfache Fragen im Anschluss an die sonstige Untersuchung zu lösen sind.

Mit jeder Vermehrung der Helligkeit des Leuchtbildes des Thorax, durch welche dem „directen Sehen" ein grösserer Antheil an der Wahrnehmung gesichert wird, verbreitert sich das Feld der Röntgenuntersuchung der Krankheiten des Herzens und der Aorta und vermehrt sich die Sicherheit der Befunde, so dass man nach Uebung in der Handhabung der Centralprojection in grösserer Nähe des Brennpunktes untersuchen kann. Da die Helligkeit des Leuchtbildes durchstrahlter Gegenstände sich umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung von der Röntgenröhre verhält, so steigt dieselbe bei jeder Annäherung an die Strahlenquelle in stark beschleunigtem Masse.

Dagegen, wenn vor der Röntgenuntersuchung eine provisorische Diagnose nicht gestellt wurde, ist ein dauerhaftes Bild der Einzelheiten, das immer wieder bei Tageslicht angesehen werden kann, ein überlegenes, exploratives Mittel, das auch unter Zuhilfenahme einfacher Vorkehrungen eine Darstellung der functionellen Bewegungen im Brustkasten gibt. Indessen sinkt der Werth planloser Bilder unter das Niveau solcher, die mit Rücksicht auf specielle Fragen die bedeutenden Vorzüge bestimmter Aufnahmeweisen geniessen, z. B. dorsale Platte bei Rippenbrüchen, ventrale Platte bei Aneurysmen der Aorta ascendens.

Krankhafte Gebilde am Thorax.

Die pathologischen Zustände, die bei der Röntgenuntersuchung durch Lage, Gestalt, Grösse, Beweglichkeit, Schärfe und Stärke der Schatten am Thorax erkennbar sind, betreffen die Mehrzahl der bedeutenderen chronischen Krankheiten dieses Körpertheils. Hierzu zählen

1. der spitz- und der fassförmige Brustkasten, bezw. Verengungen der oberen Apertur und Verbreiterung des Thorax und der unteren Apertur;
2. locale und allgemeine Zusammenziehungen und Auseinanderzerrungen der Rippen;
3. Verkalkung der ersten und anderen Rippenknorpeln;
4. ein- und beiderseitige Verminderung der Rippen-, bezw. Zwerchfellbewegungen;
5. tuberculöse Herdverdichtungen, Cavernen und Bronchiektasien;
6. Hepatisation und Sklerose der Lungenlappen;
7. keilförmige Infarcte;
8. Geschwülste;
9. Echinococcuscyste;
10. vergrösserte, bezw. verkalkte Bronchialdrüsen;
11. pleuritische Ergüsse und Hydrothorax;
12. Sero- und Pyopneumothorax;

13. Schwarten, Schrumpfungen und Verwachsungen;

14. Volumen pulmonum auctum und Lungenhernia;

15. Verlagerungen und Verkleinerungen des Herzens;

16. Vergrösserung des rechten Vorhofs, der Vena cava superior nebst Verbreiterung der Herzspitze, der Art. pulmonalis und des linken Herzrohres;

17. Vergrösserung des linken Ventrikels;

18. Perikardialergüsse;

19. Aneurysmen und andere Mediastinalgeschwülste;

20. Oesophagus-Stenosen und -Diverkel, bezw. -Parese und -Dilatation;

21. Hochstand, Tiefstand und Verunstaltung der Zwerchfellkuppen sammt der oberen Lebergrenze.

Die sichere Erkennung und der diagnostische Werth der anormalen Schatten bei den genannten krankhaften Zuständen beruht auf der Kenntnis der speciellen Pathologie und finden ihren mannigfaltigen Zusammenhang mit dieser in der speciellen Diagnostik. Indessen infolge ihrer Häufigkeit verdienen besonders hervorgehoben zu werden das charakteristische Bild der unregelmässigen Herdschatten mit unscharfen Grenzen bei der Lungentuberculose, die spindelförmigen Ektasien und die unregelmässigen, ringförmigen Schattenstreifen verdichteter Lungensubstanz um exulcerirte Cavernen, ferner die Verlagerung des geraden Flüssigkeitsniveaus pleuritischer Ergüsse bei seitlichen Körperneigungen und die scharfen Schatten der Aneurysmen, die durch ihre Lage und Gestalt zur Diagnose beitragen.

Beiderseitig gleiche Verdunkelung der Lungenspitzen hat nur dann eine unzweifelhafte Bedeutung, wenn dieselbe z. B. bei verminderter Halsmusculatur und Fettpolster übermässig ist. Geringe einseitige, gleichmässige Verdunkelungen kommen bei Schiefhals und bei Individuen vor, die eine einseitige Muskelthätigkeit ausüben. Schwarten und Parenchymverdichtungen verursachen zuweilen ausgebreitete dunkle Schatten. Einseitige unregelmässige Verdunkelungen dagegen dürften im allgemeinen tuberculös erkrankte Lungenpartien bedeuten. An der symmetrischen Ansicht von Hals und Oberbrust zeigen sich die übereinandergelagerten Höhlungen der Trachea und des Wirbelcanals als ein etwas heller verticaler Streifen mit scharfen Rändern.

Die Athembewegungen.

Die Athembewegungen, die vermittelst des Leuchtschirms an dem Auf- und Abstieg des Leberschattens zu verfolgen sind, geben schon bei normaler, noch besser aber bei tiefer Einathmung Aufschluss über Hemmungen und Asymmetrien der Zwerchfellbewegung und damit Aufschluss über die Momente, welche diese Function betreffen.

Auch am Röntgogramm verrathen sich asymmetrische Zwerchfellbewegungen durch einen ungleich scharfen Umriss der Zwerchfellgrenze auf beiden Körperseiten. Bei geeigneter Projection gewinnt man aus

dem Grad der Bildschärfe der vorderen Rippentheile sicheren Aufschluss über ihre Bewegungen, sowohl local wie allgemein. Thoraxaufnahmen dürften somit in diagnostischer Hinsicht nicht als vollkommen gelten, die nicht auch die Thoraxbewegungen genügend mit aufzeichnen.

Die Erzielung genügend scharfer Contouren des Zwerchfells, des mit diesem auf- und absteigenden Herzens, des gleichfalls mehr oder weniger mitbewegten Aortenbogens und der in den Lungen verlaufenden Gefässstämme, beziehungsweise Krankheitsherde, erfordert indessen eine weitgehende Ausschaltung der Athembewegungen bei Thoraxaufnahmen.

Den beiden entgegengesetzten Anforderungen wird, in weiterer Verfolgung des von *Guilleminot* angegebenen Princips der Phasenaufnahme, dadurch genügt, dass während der Athempausen, die sich bald bei Körperruhe am Ende der Exspiration einstellen, und während eines Bruchtheils der anschliessenden Bewegungen die Erzeugung der Röntgenstrahlen automatisch-mechanisch mittels der Bewegung beliebiger Stellen des Thorax oder Abdomens ausgelöst wird, so dass im ganzen eine summirte Momentaufnahme bei Exspirationslage erfolgt.

Ebenso gewinnt man Bilder der Inspirationslage der Thorax-, beziehungsweise Abdominalorgane, bei denen mehr von der Brustwandung, beziehungsweise Lungenunterlappen aufgedeckt und dadurch ein Gegenstück zu dem Bild der Exspirationslage gegeben wird.

Für Untersuchungen, bei denen weniger die Athembewegungen der Rippen und des Zwerchfells als ganz locale Veränderungen in den Lungen das Hauptinteresse bieten, sind Aufnahmen erforderlich, welche bei vollkommenem Athemstillstand erhalten werden. Solche sind zuerst von *Hofmann* erzielt worden, und zwar aus naheliegenden Gründen während einer tiefen Inspiration.

Tritt auf derart gewonnenen Bildern oder auch auf summirten Momentaufnahmen eine ungewöhnliche locale Schärfe der Umrisse sonst bewegter und unscharf abgebildeter Theile hervor, so ist ein relativer oder absoluter Stillstand unzweideutig angezeigt, der bei Pleuritis, Phthisis pulm. u. a. m. nicht selten vorkommt und, diagnostisch festgestellt, die Localdiagnose ungemein bekräftigt.

Die mangelnde Localbewegung findet sich öfter an den Rippen als am Zwerchfell und ist auffallend häufig local beschränkt.

Die „schönsten Röntgenbilder" des Thorax, abgesehen von Momentaufnahmen, sind gerade diejenigen bei mehr oder weniger fixirten Mediastinalorganen — Herz, Aorta, Trachea und Lungenwurzeln — namentlich infolge von Aneurysmen und Schwarten. Es lassen sich solche scharf conturirten Aufnahmen bei bettlägerig abgemagerten, besonders jugendlichen Kranken ohne Stillstand der Athmung, bezw. Strahlenerzeugung herstellen.

Herzbewegungen.

Die Eigenbewegungen des Herzens sind auf dem Leuchtbild des Thorax namentlich am linken Ventrikel zu sehen. Die Bewegungen betragen im allgemeinen bei vorhergehender Körperruhe nur einige

Millimeter, sie vergrössern sich bei geistiger Aufregung — die unmässig verbreitete Furcht vor den Röntgenstrahlen verursacht eine solche —, die ja immer mit gesteigertem Muskel- und Gefässtonus gepaart ist, und werden unter günstigen Umständen auffallend deutlich. Dieselben sind scheinbar transversal gerichtet. Bei Athemstillstand bleibt die Herzspitze an der Stelle im Winkel zwischen Zwerchfell und Thoraxwand, ausser bei Individuen, bei denen das Herz nicht ordentlich gefüllt wird, wie bei Palpitatio cordis, zumal mit Ohnmacht verschiedenen Grades, im Gegensatz zu dem fehlenden Spitzenstoss bei vielen Personen (namentlich gewerblichen Arbeitern, *Edgren*).

Während einer tiefen Inspiration, die bei der Durchleuchtung einen hellen Streifen unterhalb des Herzens erscheinen lässt, verlässt das Zwerchfell die Ventrikel nur an den hinteren Theilen des Herzbodens. Die Verbreiterung des hellen Streifens bei der Systole der Ventrikel ist auf eine Abhebung der hinteren Ventrikeltheile zurückzuführen, die, näher der Basis als der Spitze gelegen, mehr der Zusammenziehung unterworfen sind. Die functionelle Auf- und Abbewegung der Atrioventriculargrenze ist deswegen nicht von vorn wahrnehmbar, weil sich das linke Herzohr während der Ventrikelsystole füllt. Bei transversaler Durchleuchtung des Thorax kommt unter Umständen die Atrioventriculargrenze des linken Herzens (Fremdkörper) hinten zum Vorschein, nicht aber des rechten, da der rechte Ventrikel auch hinten vor dem linken liegt (vergl. *Rüdinger, Schultze, Spalteholtz, Zuckerkandl*, Taf. X, Fig. 49 und 50, 630 bezw. 260).

Die Athembewegungen des Herzens sind weit umfangreicher als die Eigenbewegungen des Organs, sie finden theils en masse, theils drehend nach oben statt und bieten bei pathologischen Veränderungen diagnostische Momente von Belang. Bei normalen Individuen rückt der Aortenbogen bei der Athmung um etwa halb soviel in die Höhe, als der „Herzboden" des Zwerchfells sammt dem Herzen selbst, und zwar infolge der Drehung des Herzens um seine Anheftungspunkte im Mediastinum. Dasselbe gilt für die passive Bewegung des Herzens und Zwerchfells beim Uebergang von der Horizontal- zur Verticalstellung des Thorax (s. pag. 513—4).

Auf dem Röntgogramm zeigt der linke Ventrikel auffallend häufig eine scharfe Grenze, die auf einen kleinen Umfang seiner Transversalzusammenziehung schliessen lässt.

Aus dem Grade der photographischen Bildschärfe des Randes des linken Ventrikels lässt sich in der That ein Schluss auf den Umfang der Ventrikelcontractionen ziehen, denn bei Individuen, die tagsüber Muskelarbeit verrichten, ist diese Grenze unscharf, und zwar bei Aufnahmen, wo die Athembewegungen des Herzens ausgeschaltet sind.

Statik und Mechanik am Thorax und Abdomen.

Ein zweites Moment, das eine Verschiedenheit in der Schärfe der Ventrikelgrenze bedingt, ist die Tiefe des Mediastinums. Ist wenig Raum in sagittaler Richtung für die Herzbewegungen vorhanden, so müssen dieselben mehr transversal stattfinden.

Ein schmaler Brustkasten, der nicht den normalen, sondern einen mehr „herzförmigen" Querschnitt hat, entsteht bei hochgradiger Rachitis infolge des Gewichts des Schultergürtels sammt den Armen, das etwa ein Sechstel des Körpergewichts beträgt und der Hauptsache nach allein am M. cucullaris hängt.

Der flache Brustkorb dagegen findet sich häufig bei Culturmenschen zum Theil infolge beengender und bedrückender Bekleidung, namentlich in Klimaten, wo weniger Kälte und weniger Arbeit weniger Athmung erfordern.

Bei gewerblichen Arbeitern, die auch während der Ruhe ihren Schultergürtel und dadurch den Blasebalg, der der Brustkorb einmal ist, nicht mittels Hosenträger sammt Bekleidung einem dauernd comprimirenden Druck aussetzen, sondern einen Gurt tragen, ist der sagittale Durchmesser, der im Profil immer leicht abzuschätzen ist, auffallend reichlich.

Bei der Beurtheilung des dem Herzen zur Verfügung stehenden Raums zwischen Wirbelsäule und Brustbein, der beim Menschen — der pro Kilo Körpergewicht mehr Herz als jedes Thier hat — fast völlig ausgenützt wird, kommt der beim Menschen dem Thier gegenüber verringerte sagittale Durchmesser des Thorax, sodann der Umstand in Betracht, dass der Raum vom Brustbein bis zu den Wirbelkörpern sich mit dem sagittalen Körperdurchmesser im Mass nicht parallel verhält, sondern bei Verkleinerungen der beiden unverhältnismässig rascher als der Gesammtdurchmesser abnimmt. Im normalen Brustkorb beträgt die Strecke von den Wirbelkörpern bis zum Brustbein nur die Hälfte des ganzen sagittalen Thoraxdurchmessers. Infolgedessen nimmt mit jeder Verkleinerung des letzteren jene Strecke in beängstigender Weise ab.

Allgemein bekannt ist ferner die Einengung der unteren Thoraxapertur unter dem Namen „Schnürbrust", welche der Athmung einen überwiegenden Costaltypus verleiht und dauernde Organverlagerungen und Verunstaltungen, insbesondere einen Hochstand der Zwerchfellgrenze herbeiführt.

Ungewöhnlich verwaschene Umrisse von Rippen und Zwerchfell im sonst scharf contourirten Bilde sprechen für gesunde Function.

Der Umfang der Zwerchfellbewegungen, die man auf dem Leuchtschirm zu Gesicht bekommt, sind auf hellen Bildern leichter abzuschätzen als bei der äusseren Inspection des Thorax und seiner Bewegungen bei Tageslicht, doch scheint derselbe nur bei sehr ausgiebiger Athmung grösser als der Umfang des *Litten*'schen Phänomens.

Noch inhaltreicher als die röntgoskopische Beobachtung der normalen Athembewegungen in der Ruhe, die oft recht klein ausfallen, ist ihre genaue Untersuchung bei der Tiefathmung einmal bei aufrechtem Thorax und zum Vergleich auch bei der wagerechten Körperlage. Ein unmittelbarer Uebergang von der einen zur anderen Stellung ohne Zuthun des Untersuchten, also bei passiver Umstellung des Körpers bietet bedeutende Vortheile, insbesondere die Möglichkeit, die Röntgenröhre während dieser Art Untersuchung in unverrückter Lage bezüglich des untersuchten Thorax beizubehalten.

Indessen hat schon oft eine einzelne Thoraxaufnahme, bezw. ein einfaches Leuchtbild einen functionell reichen Inhalt, wie einige Beispiele bezeugen.

Da die Last der Organe bei der Exspiration durch die Lungenelasticität gehoben wird, so erfolgt der Stillstand bei Hemmung, bezw. Lähmung des Zwerchfells in gehobener Lage. Bei verminderter Lungenelasticität, wie bei Lungenemphysem, finden z. Th. infolge verminderter Spannung des Zwerchfells nur minimale Bewegungen dieses bei gesenkter Lage statt.

Ein Zwerchfellkrampf zeigt ein ähnliches Bild abgeflachter Kuppen, auch wenn diese, d. h. die linke Kuppe, vorher nach unten convex waren.

Im allgemeinen bedeutet eine Verringerung der Zwerchfellbewegungen einen krankhaften Zustand des Diaphragmas oder dessen Nebenorgane.

Wenn das Zwerchfell nur auf der einen Seite krankhaft gehemmt ist, übt es bei normaler Athmung auf der anderen, gesunden Seite mehr Kraft, bezw. führt ausgiebigere Bewegungen aus. Ist es überhaupt paretisch, so wird die Athmung ausgeprägt costal. In diesem Fall ist der Unterschied deutlicher auf dem Röntgogramm als auf dem Leuchtschirm zu sehen und zeigt sich an dem ersteren als eine Unschärfe des Bildes verschiedenen Grades.

Beim Aufrichten des Rumpfes senkt sich der Inhalt desselben, namentlich am Zwerchfell, in beträchtlichem Masse. Im grossen Ganzen findet eine Zug- und Druckwirkung statt, die eine Senkungsbewegung der Leber u. a. m., des Herzens, des Zwerchfells, der Rippenbögen und des Brustbeins bewirkt. Das Herz kommt dazu theils an seinen Gefässen zu hängen und nähert sich der Körperachse. Der transversale Thoraxdurchmesser wird schmäler, der sagittale tiefer.

Von den Wirkungen der Organverlagerung verschieden sind diejenigen der gehobenen, bezw. geschobenen Last in beiden Körperstellungen. Immer wird das Zwerchfell sammt den Nebenorganen durch die Lungenelasticität kopfwärts gezogen — im Leben weniger umfangreich als nach dem Tode — bei der aufrechten Thoraxstellung mit der ganzen Last, bei der wagerechten im wesentlichen nur gegen die innere Reibung der Organe. Indem nun im ersteren Fall die Last der Organe dem Zwerchfell hilft und nicht erheblich zur Reibung beiträgt, da sie am Zwerchfell hängt, so fällt aus diesem Grunde starke Zwerchfellsarbeit beträchtlich leichter als bei der wagerechten Körperstellung aus, was im Gegensatz zu der Wirkung der Lage des Muskels steht und diese auch thatsächlich übercompensirt. Theils diesem Umstand, theils der Verminderung des Brustraums durch das Hinaufrücken der Organe ist die erhebliche Vermehrung einer vorhandenen Dyspnoe bei der wagerechten Körperlage zuzuschreiben.

Bei dem Lungenemphysem sind die Athembewegungen des Zwerchfells bekanntlich klein, die Senkungsbewegung ist hiergegen relativ gross. Bei ausgedehnter Rippenverkalkung dürfte das Umgekehrte stattfinden.

Mit dem Grad einer Lungenschrumpfung muss die Senkungsbewegung — beispielsweise einseitig — verkleinert ausfallen, nicht

aber nothwendigerweise so sehr die normalen Athembewegungen, falls die Lungenunterlappen intact sind.

Bei Zwerchfellparese, bezw. einseitiger Paralyse, die einen Hochstand des Diaphragmas bedingt, ist der Unterschied noch grösser, da grössere Niveauschwankungen möglich sind.

Bei pleuritischen Verwachsungen, die das gewöhnliche Spiel der Athmung eben noch zulassen, fällt die Senkungsbewegung klein aus. In diesem Fall wie auch sonst bildet die Tiefathmung eine Ergänzung der Senkungsprobe, da ein intactes Zwerchfell

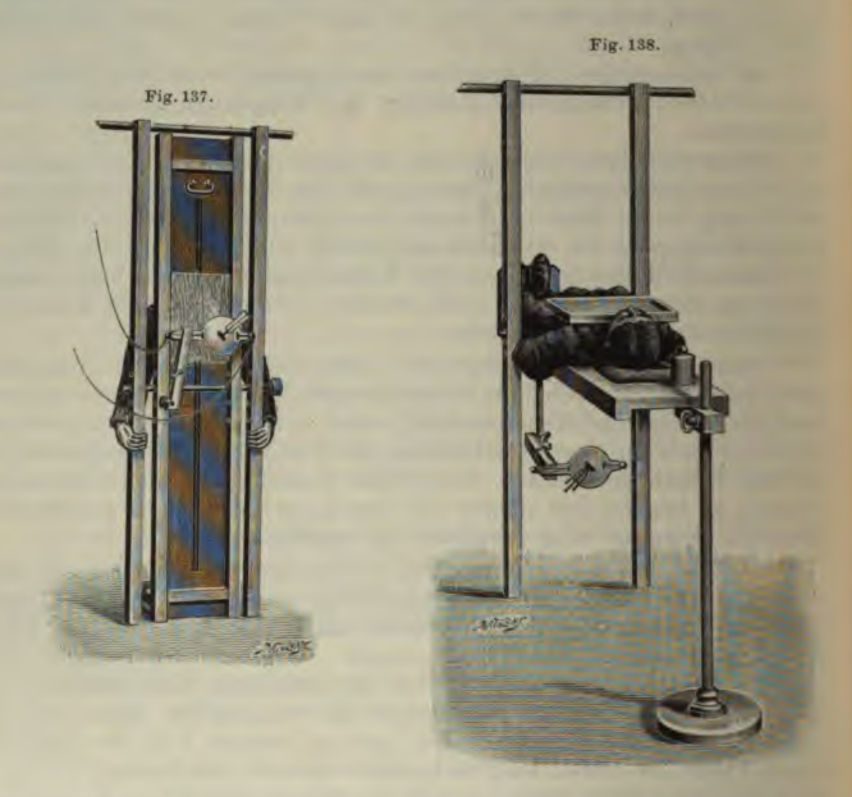


Fig. 137. Fig. 138.

bei Tiefathmung eine noch grössere Organverlegung als die Senkung allein bewirken kann.

Die Anwesenheit solcher Verwachsungen lässt sich bei der Beobachtung der Athembewegungen auf dem Leuchtschirm wie auch durch zwei Aufnahmen, die eine am Ende der Inspiration, die andere am Ende der Exspiration, fast zur Sicherheit erheben unter der Annahme, dass Verwachsungen in abdomine nicht dabei vorhanden sind, bezw. nicht störend wirken.

Die Schlaffheit des Mediastinums — von ihm sogenannte Kardioptose — hat *Determann* mittels Doppelaufnahmen in beiden Seitenlagen dargestellt und deren grossen Umfang in gewissen Fällen, insbesondere gegen die linke Lunge, gezeigt.

Die normale und anormale Beweglichkeit des Herzens sammt Leber u. a. m. in verticaler Richtung lässt sich vermittels eines balancirenden Kippbretts einwandsfrei verfolgen, an dessen unterer Seite die Röntgenröhre gelenkig befestigt wird und gegen dessen obere Seite ein untersuchtes Individuum sich zunächst anlehnt, um bei der Drehung darauf zu liegen, wie Fig. 137 und 138 veranschaulichen.

Fast sämmtliche bedeutsamere Befunde, die bei der Durchleuchtung erhoben werden, lassen sich durch zwei verschiedene Aufnahmen näher präcisiren und absolut sicherstellen.

III. Die Methodik der Röntgenuntersuchung.

Die Methodik der Röntgenuntersuchung zum Zweck der Diagnostik befasst sich mit der Anwendung der Röntgenstrahlen bei gesunden und kranken Individuen unter bisher ungewohnten Umständen der Beobachtung und mit Zuhilfenahme besonderer mechanischer und physikalischer Mittel.

Dieselbe zerfällt dem Wesen nach in die Methodik der Durchleuchtung mittels Fluorescenzlicht, die vornehmlich der Untersuchung von Bewegungen und leicht erkenntlichen Conturen dient und in diejenige der röntgographischen Aufnahme, welche ein dauerhaftes und inhaltreiches Bild aller darstellbaren Conturen ergibt.

Aeusserlich lassen sich die Ausübung und die Mittel der Disciplin in drei Abschnitte theilen, nämlich *A.* die allgemeinen Mittel und Verfahren, *B.* die Localisation von Fremdkörpern, Knochentheilen und Organgrenzen und *C.* die Aufnahmeverfahren für die verschiedenen Körpertheile. Verbunden mit der Beschreibung der letzteren findet die Berücksichtigung der einzelnen Ziele und Ergebnisse zweckmässig ihren Platz.

A. Allgemeine Mittel und Verfahren.

Die Durchleuchtung.

Die Durchleuchtung mittels fluorescirender Flächen im Gang der Röntgenstrahlen hinter dem Object findet unter dem erschwerenden Umstand statt, dass das Auge infolge des schwachen Lichts nur wie in der Dämmerung sieht.

Die Lichtschwäche wird wie bei der Dämmerung zum Theil compensirt durch die Fähigkeit der Netzhaut, in der Dunkelheit ihre Empfindlichkeit für Licht viele 1000mal zu steigern, so dass nach dieser Adaption ein Leuchtschirm innerhalb 1 Meter von der Röntgenröhre entfernt sehr hell im dunklen Zimmer erscheint. Der nicht beschattete Leuchtschirm hat auch eine lebhafte Farbe, die eine Betheiligung des directen Sehens der Netzhautmitte bezeugt, der die Wahrnehmung von Farben und von feineren Conturen zukommt.

Wenn nun Schatten auf den Leuchtschirm fallen, so vermindert sich die Betheiligung des directen Sehens und es findet bei tiefen Schatten die Wahrnehmung nur mittels der in der Dämmerung auch oft allein functionirenden Netzhautperipherie statt.

Mittels dieses indirecten Sehens der Netzhautperipherie und infolge der nervösen Verbindungen der Sehstäbchen *(v. Fleischl)* ist das Auge zwar hervorragend befähigt, bei schwächstem Licht. Bewegungen wahrzunehmen *(Exner)*, kann dagegen Conturen nicht geradeaus, sondern nur mit schrägem oder schweifendem Blick sehen, denn für sehr schwaches Licht ist die Netzhautmitte blind. Nur durch die grössere Ausdehnung und dadurch gegebene grössere Sicherheit der Beobachtung unterscheidet sich das schwache Fluorescenzlicht von kleinen Irrlichtern, welche direct angesehen schwinden.

Die Fähigkeit, Objecte in der Dämmerung zu erkennen, ist bei Menschen in sehr verschiedenem Grade vorhanden, und heisst bei sehr schwacher Entwicklung Hemeralopie. Bei Raubthieren, insbesondere Eulen, ist dieselbe hochentwickelt. Für die Ausübung der Durchleuchtung geben uns diese Thiere durch ihre beweglichen Federtrichter um die Augen einen bedeutsamen Wink dahin, alles Seitenlicht möglichst auszuschliessen, damit die Adaption der Augen auf der höchsten Stufe bleibt.

Einen Begriff der mangelnden Helligkeit des Leuchtschirmes ergiebt die Thatsache, dass ein heller Schirm ohne Schatten pro Quadratdecimeter weniger als 0·01 Meterkerze Licht abgiebt.

Die Steigerung der Lichtempfindlichkeit durch die Adaption der Augen bei der Dunkelheit kennzeichnet der Blendungsschmerz, hervorgerufen z. B. abends durch ein elektrisches Bogenlicht, in das man am Tage auch bei 8000 Kerzenstärke stetig hineinsehen kann.

Bei dem Mangel an Licht und an directem Sehen bei der Durchleuchtung aller Objecte, die nicht helle, sondern dunkle Schatten werfen, bleibt die Erkennung aller Umrisse unsicher, welche nicht beträchtliche Ausdehnung oder Contraste aufweisen, und beschränkt sich die Anwendung der Durchleuchtung auf die Erkennung grober Conturen der Weichtheile und weniger grober Umrisse von Knochen wie specifisch schweren Fremdkörpern.

Da die Wahrnehmung von Conturen bei der Durchleuchtung immer ein wechselndes Gemisch des directen und des indirecten Sehens zur Grundlage hat, so muss sich die Beobachtungsweise diesem letzteren anpassen und im Gegensatz zu dem üblichen steten Blick auf wahrzunehmende Umrisse, dessen man sich sonst bedient, muss das Bild mit bewegtem Blick betrachtet werden, damit das indirecte und das directe Sehen zu gleicher Geltung kommen.

In der Anwendung ist die Durchleuchtung gegenüber der röntgographischen Aufnahme in allen Fällen im Nachtheil, ausser bei der Feststellung von functionellen Bewegungen innerer Körpertheile und von Fremdkörpern, bei der raschen Erledigung von Untersuchungen bestimmter Fragen über Veränderungen grober Natur, wie z. B. von Knochenbrüchen, und bei der Orientirung zur Vornahme zweckmässiger Aufnahmen, wie z. B. von Fremdkörpern.

Bei der Beobachtung von Organbewegungen ist die Durchleuchtung nicht nothwendig, da auch auf dem Röntgogramm, insofern die Bewegungs-Unschärfe nicht von grossem Umfang ist, die stattgehabten Bewegungen dem Umfange, wenn nicht auch dem Verlauf nach überall

am Bilde zu verfolgen sind, und zwar weit genauer als bei der Durchleuchtung.

Die Ausübung der Durchleuchtung erfordert eine Adaption der Augen an einen hohen Grad der Dunkelheit im Zimmer, die Zeit in Anspruch nimmt. Die nöthige Dauer der Adaption zur Vornahme einer Durchleuchtung hängt einerseits von der Helligkeit des erwirkten Leuchtbildes, andererseits von dem vorhergehenden Adaptionszustand der Augen ab. Werden die Vorbereitungen zu einer Durchleuchtung bei gedämpftem Zimmerlicht gemacht, so vermindert sich diese Dauer in beträchtlichem Masse. Wenn elektrisches Licht zur Beleuchtung dient, lässt sich eine bedeutende Lichtdämpfung durch die Benutzung eines dreipoligen Stromschalters und zweier Glühbirnen so herstellen, dass beim Umdrehen des Schalters das Zimmer einmal mit einer Lampe hell, das andere Mal mit beiden nur gedämpft beleuchtet wird. Die verminderte Helligkeit findet dadurch statt, dass der speisende Strom hintereinander durch zwei Glühbirnen geht und bei dem doppelten Widerstand nur die halbe Stärke hat. Dieselbe vergleicht sich photometrisch mit der vollen Helligkeit wie etwa 1:30. Ein weiterer Vorzug der Vorkehrung ist, dass man etwa ein Kerzenlicht an zwei verschiedenen Stellen des Zimmers zur Verfügung hat.

Die Contouren von Organen oder Fremdkörpern können bei der Durchleuchtung überhaupt nur da zum Vorschein kommen, wo die benachbarten Körpertheile in Bezug auf ihre Durchlässigkeit für Röntgenstrahlen von dem untersuchten bezw. gesuchten Object verschieden sind.

Ein Hornknopf im Oesophagus z. B. wird am Leuchtschirm wie am Röntgogramm ebensowenig abgebildet wie ein Cholesterinstein in einem Gallengang. Es sollten ferner die sonstigen im Wege der Strahlen befindlichen Körpertheile nicht durch ihre Beschaffenheit und Contouren das Bild des gesuchten oder untersuchten Objects undeutlich machen, wie leicht die Schulter- und Beckenmusculatur.

Eine Folge der einfachen Summirung der Schatten der durchstrahlten Theile, die sich in Röntgogrammen von flachen Körpertheilen, welche bei entgegengesetzter Strahlenrichtung aufgenommen werden, leicht constatiren lässt, ist ihre fast völlige Identität. Den Ausdrücken „Vorder- und Rückansicht", wie „Ansicht von vorn" und „Ansicht von hinten" kommt infolgedessen nur dort eine erhebliche Bedeutung zu, wo die Projection eine ausgeprägte centrale ist, wie das nur bei den dickeren Körpertheilen in beträchtlichem Masse der Fall ist.

Die Bedeutung dieser Ausdrücke ist auch nicht eindeutig, da die Projection und demnach die „Ansicht" von dem Brennpunkt der Röntgenröhre ausgeht, der sich immer auf der anderen Seite des Objects als der des Leuchtschirms befindet.

Vom Brustkorb wird wie sonst die Ansicht von vorn immer auf dorsal gehaltener, diejenige von hinten immer auf ventraler oder vielmehr pectoraler Platte erhalten, ebenso wie bei einer Aufstellung eines Skeletts zwischen einem Bildschirm und einem Kerzenlicht.

Ferner bei der Perspective, welche die Centralprojection aller dicken Körpertheile bedingt, weichen die Ansichten der inneren Organe bei Durchleuchtungen von den Ansichten bei Licht gesehener Objecte

dadurch ab, dass diejenigen Theile, die dem Schirm nahe, dem perspectivischen Gesichtspunkte fern gelegen sind, ceteribus paribus am deutlichsten wahrgenommen werden. Es empfiehlt sich daher im allgemeinen, den Ausdruck „Ansicht von hinten", bezw. „vorn" zu unterlassen, da bezüglich der Durchleuchtung wie der röntgographischen Aufnahme die nicht misszuverstehenden Bezeichnungen „Ansicht auf dorsaler, ventraler, pectoraler, lateraler, volarer, bezw. plantarer Platte" zu Gebote stehen. Einfacher und oft zweckmässiger sind die Ausdrücke „Vertical-", „Sagittal-" und „Transversal-Aufnahme", die dann völlig eindeutig werden, wenn man sich des Zusatzes „nach oben, unten, hinten, vorn, links bezw. rechts" bedient.

Die diaktinische Untersuchung am Brustkorb wie an allen dickeren Körpertheilen hat, wie betont, mit merklich auseinandergehenden Strahlen zu rechnen. Indessen ist die hierdurch bedingte Vergrösserung der von der Platte bezw. Schirm abliegenden Theile wenig nachtheilig, da die Projection geometrisch berechenbar erfolgt und bei 75 Cm. Abstand des Brennpunkts der Röntgenröhre fast immer geringfügig ist. Dagegen in allen Fällen, wo Visirvorrichtungen nicht vorhanden sind, verliert man bei jeder Bewegung des Untersuchten im schwachen Zimmerlicht der Durchleuchtung die Uebersicht über die Orientirung des Objects zur Röntgenröhre, d. h. man ist nicht mehr sicher, ob nicht die Schatten, die man sieht, anders hingeworfen sind als beabsichtigt und gedacht, ob nicht die projicirten Theile anders wohin liegen als sie zu liegen scheinen, und ist namentlich daran gehindert, vortheilhafte Drehungen des Objects mit Sicherheit bezüglich der Projection vorzunehmen. Solche Visirvorrichtungen können von einfacher und völlig ausreichender Art sein, wie sie in Fig. 139 abgebildet und daneben pag. 522 beschrieben sind, indessen bei genügendem Raum lassen sich die weiter unten unter dem Titel „Orthodiagraphie" beschriebenen Apparate nicht nur für ihren beabsichtigten Zweck, die Anfertigung von Zeichnungen, sondern auch ohnedies mit Vortheil für die ganz unentbehrliche **Orthodiaskopie** verwenden, welche hier wie mittelst einfacher Visirvorrichtungen auf die absolute Parallelprojection verzichtet und auf einmal eine getreue Uebersicht des ganzen Feldes gewinnt.

Am Anfang einer jeden Durchleuchtung des Thorax sollten die Strahlen in der sagittalen Körpermittelebene senkrecht zum Leuchtschirm hinlaufen, wobei eine symmetrische Abbildung beider Thoraxhälften zustande kommt. Hierauf erfolgt, sobald sich das untersuchte Individuum zufällig oder planmässig dreht oder seitwärts bewegt, eine schräge Projection und ein asymmetrisches Bild des Körpertheils. Diese Schrägprojection ist oft an und für sich, wenn erkannt, von hohem diagnostischen Werth, hauptsächlich bei der Erkennung von Aortenaneurysmen, unbemerkt oder unrichtig geschätzt dagegen eine Fehlerquelle, welche, namentlich bei grossen, sonst zweckmässigen Annäherungen dicker Objecte an die Röntgenröhre, sogenannte „Verzerrungen" im Bilde hervorruft.

Die Vorkehrungen und Apparate zur Durchleuchtung.

Unter den Mitteln, die das Gelingen der Durchleuchtung per se im voraus sichern, stehen in erster Reihe diejenigen, welche Aus-

kunft über die Qualität und Quantität der erzeugten Strahlenenergie geben, und unter diesen sind es die indirecten Mittel, bei denen die Verwendung von Apparaten umgangen wird, die für die Röntgenuntersuchung bei ausreichender Uebung alle anderen ersetzen können.

Das directe und an und für sich beste Mittel, an dem man Röntgenenergie sowohl betreffs Spannung als auch Menge und Dichte prüfen kann, ist die vor den Leuchtschirm gehaltene Hand, die, selbst ein Körpertheil, gleichartig mit den aufzunehmenden Objecten ist und ferner grosse Contraste im Bilde zeigt. Indessen giebt das allmählich auftretende, sehr chronische Ekzem, das bei allen auftritt, die sich vor Aufnahmen und Durchleuchtungen dieser Art actinoskopischer Prüfung der Röntgenröhre und der erzeugten Strahlen häufig bedienen, mehr als genügenden Grund ab, dieselbe zu unterlassen und fordert weiter einen zuverlässigen Ersatz. Einen solchen Ersatz bildet das bekannte Metallskiameter *Bisalski's*, das schon zu einer Zeit construirt wurde, als allgemeine Kenntnisse des Hautekzems noch nicht vorlagen. In neuerer Zeit sind weitere principiell verschiedene Skiameter von *Benoist, Walter* und *Ruhmer* hergestellt worden.

Das Instrument *Benoist's* ermöglicht es allein, die Strahlenqualität zu beurtheilen, dank dem Umstand, dass namentlich Silber im Gegensatz zu schwereren wie leichteren Metallen Röntgenstrahlen von sehr verschiedener Qualität wenig ungleich stark absorbirt. Bei dessen Benutzung findet mittels eines kleinen Leuchtschirms ein Vergleich einer Reihe von verschieden hellen Feldern mit einem centralen Felde, dem ein Blatt Silber unterliegt, statt, und zwar auf gleiche Helligkeit, die je nach der Spannung der Strahlen von dem einen oder anderen Blatt des zweiten, den peripheren Feldern in verschiedener Dicke unterliegenden Metalls dargeboten wird.

Das Skiameter *Bisalski's*, das aus verschiedenen Dicken von Stanniol besteht, wird wie dasjenige *Benoist's* mit genügend adaptirtem Auge angesehen und bietet auf einem der numerirten Felder eine genügende Helligkeit, um die betreffende Nummer erkenntlich zu machen, dank der Spannung und der Dichte bezw. Menge der strahlenden Energie. Von *Walter* wird Clotin verwendet.

Die *Ruhmer*'sche Selenzelle ändert in Röntgenstrahlen, wie im Licht, ihren elektrischen Widerstand und bewirkt damit eine Verstärkung eines schwachen, durch die Zelle gehenden Stroms, die an einem eingeschalteten Galvanometer in Milliampère abgelesen werden kann und bis 5 MA. beträgt.

Die indirecten Mittel zur Beurtheilung der Strahlenqualität betreffen zunächst das Geräusch der Inductionsschläge und die leicht wahrnehmbare Ozonbildung, die beide mit der Höhe des Vacuums der Röntgenröhre und daher mit der Spannung der erzeugten Strahlen zunehmen.

In umgekehrter Weise nimmt bei Verminderung des Vacuums, wie bei einer Regulirung desselben oder während einer Aufnahme, das blauweisse büschelförmige Licht, das sich zuerst nahe der Anode zeigt, zu, und giebt unter sonst gleichen Umständen ein zuverlässiges Merkmal der Spannung der Strahlen ab, sobald man das hellgelbe Fluorescenzlicht der Wand der Röntgenröhre durch blaues

Glas für das Auge abgedämpft hat. Man kann hierbei die anfänglichen Spuren des Anodenlichts beobachten, die sonst verdeckt bleiben, aber deutlich gesehen, zeigen, dass die hervorgehenden Röntgenstrahlen sich für die Aufnahme dickerer Körpertheile eignen.

Durch probeweisen Vergleich der verschiedenen Stufen der Erscheinung mit den Schatten der Handknochen stellt man zunächst die nutzbaren Grade der Strahlenweichheit fest, die für Aufnahmen ungleicher Objekte geeignet sind. Hernach kann man aus beliebiger Entfernung von der Röntgenröhre in jedem Moment durch eine blaue Brille oder ein Monokel die Spannung der erzeugten Strahlen controliren.

Die Erscheinung des blauweissen Lichts hängt ursächlich sowohl mit der Höhe des Vacuums und mit derselben im allgemeinen gleichen Schritt haltend, als auch mit der Spannung der durchgehenden Stromschläge wie der erzeugten Strahlen zusammen. Erhöht man die Spannung der Schläge ohne Vermehrung deren Energie, nämlich durch Einschaltung einer geeigneten Luftfunkenstrecke, die als Condensator wirkt, in die Leitung zur Röntgenröhre, so verschwindet das blauweisse Licht und werden die Strahlen überaus hart, ohne das Vacuum in seiner Höhe zu ändern.

Das zweite Mittel, um ein Optimum der Bedingungen bei der Durchleuchtung zu erreichen, ist das häufig unterlassene Probiren am Object ohne Rücksicht zunächst auf die Diagnostik, bis sich durch Verstellungen am Röntgenapparat das Bild des untersuchten Körpertheils nicht mehr verbessert. Möglichst zu vermeiden sind sehr harte Strahlen und Uebersättigung des Leuchtschirms mit Strahlenenergie.

Die bei der Durchleuchtung gebräuchlichen Fluorescenzschirme, kurz Platinbarium- bezw. Leuchtschirme genannt, enthalten eine ebenmässige dünne Schicht von Mikrokrystallen des Platinbariumcyanürs in Celluloidmasse eingebettet. Die Krystalle haben eine hellgrünlich-gelbe Farbe sowohl im Licht als auch im Gang der Röntgenstrahlen.

Aehnliche Fluorescenzschirme werden aus einem fein pulverisirten wolframsauren Calcium hergestellt, das im Licht weiss und in Röntgenstrahlen in der Nähe der Vacuumröhre ausgeprägt blauviolett, dagegen bei Entfernungen über 1—2 Decimeter nur grau erscheint.

Da sich bei photometrischem Vergleich das Fluorescenzlicht des krystallisirten Platinbariumcyanürs für das Auge 14—20mal heller als das Licht der Wolframitschirme erweist, so werden zu Durchleuchtungen nur Platinbariumschirme verwandt. Umgekehrt ist die photographische Kraft des Lichts der Wolframitschirme etwa ebenso viel grösser als das der Platinbariumschirme, wodurch die ersteren dadurch den Vortheil bieten, dass sie das auf der Bromsilberplatte entstehende Bild verstärken. Die Wolframitschirme werden deshalb „Verstärkungsschirme" genannt. Verstärkungsschirme werden auf oder auch unter die photographische Platte gelegt, Schicht gegen Schicht, und verstärken den Bildeindruck ganz erheblich. Sie weisen bei unvorsichtigem Gebrauch den Nachtheil auf, lädirte Stellen mitabzubilden, und eigneten sich bisher hauptsächlich für Beckenaufnahmen von Erwachsenen, bei denen das mehr oder weniger abgebildete „Korn" des Schirms bei

den Grössenverhältnissen nicht mehr störend wirkt. Bei Aufnahmen von kleineren Körpertheilen mit dem Verstärkungsschirm zeigt sich das Korn bei richtiger Exposition der Platte nur an reichlich bestrahlten Stellen der Platte. Wolframitschirme sollten nicht brüchig werden, sie bleiben auch oft biegsam.

Platinbariumschirme dürfen nicht in der Nähe von Wärme ausstrahlenden Gegenständen aufgestellt, z. B nahe einem Ofen oder einem Vorschaltwiderstand des Röntgenapparats, und auch nicht dauernd hellem Licht ausgesetzt werden, da mit dem Verlust ihres Wassers die Mikrokrystalle ihr Vermögen, in den Röntgenstrahlen zu fluoresciren, zum grossen Theil verlieren. Es ist nicht nachgewiesen, dass die Einwirkung von Röntgenstrahlen allein einen Verlust des Krystallisationswassers bewirkt. Das ist auch umsoweniger zu erwarten, da im Gegensatz zu Licht und strahlender Wärme nur ein kleiner Theil der den Schirm treffenden Energie absorbirt wird. Ueber eine „Ermüdung" der Leuchtschirme lässt sich füglich schweigen.

Infolge ihrer zusammengesetzten Natur erfordern Röntgenleuchtbilder bei der Beobachtung und Beurtheilung eine grosse Uebung, und zwar sind aus den weiter oben besprochenen Gründen betreffs des „indirecten Sehens" bei der näheren Betrachtung der durchleuchteten Partien, namentlich in den dunkleren Schatten, hin und her schweifende Blicke empfehlenswerth.

Die Vermeidung des starren Hinsehens ist dort besonders angebracht, wo die untersuchten Theile, z. B. mit Schwarten überdeckte Lungenlappen, neben hellen Partien besehen werden, da durch diese letzteren die Adaption der Augen für das Dunkle vermindert wird.

Es ist dies auch ein Grund, keinen übermässig grossen Schirm zu gebrauchen.

Aus dem oben Gesagten ist ersichtlich, dass die Adaption der Netzhaut für die Dunkelheit durch Abblendung unnützen Seitenlichts während der Durchleuchtung möglichst gross zu halten ist.

Zur Verdunklung des Fensters im Untersuchungszimmer lässt sich am bequemsten eine Ziehgardine verwenden, die oben durch einen dicht anliegenden Fries überdeckt und an der einen Fensterseite festgenagelt wird. Zu letzterem Zweck, wie auch zur bequemen Lichtdichtung auf der anderen Fensterseite wird beiderseits am Fensterrahmen in der ganzen Länge desselben eine aufrechte Latte angebracht. Ueber die eine Latte schlägt man dann mit Leichtigkeit den Gardinenrand und bewirkt somit eine vollkommene Lichtdichtung.

Als Material empfiehlt sich dunkelrother Baumwollsatinettestoff, der auf der einen Seite glatt ist und staubfrei bleibt. Je nachdem Sonnenlicht oder nur diffuses Tageslicht auszuschliessen ist, genügt eine doppelte oder dreifache Lage dieses Materials, um eine ganz ausreichende Verdunklung des Zimmers herbeizuführen.

Bei der Bequemlichkeit und Lichtdichtigkeit solcher Ziehgardinen fällt jede Veranlassung fort, sich des „Fluoreskops" zu bedienen. Diese Vorrichtung, die aus einem Leuchtschirm als Basis einer innen und aussen geschwärzten Cartonpyramide besteht, dessen keilförmige Spitze soweit abgeschnitten ist, dass man mit beiden Augen durch eine mit

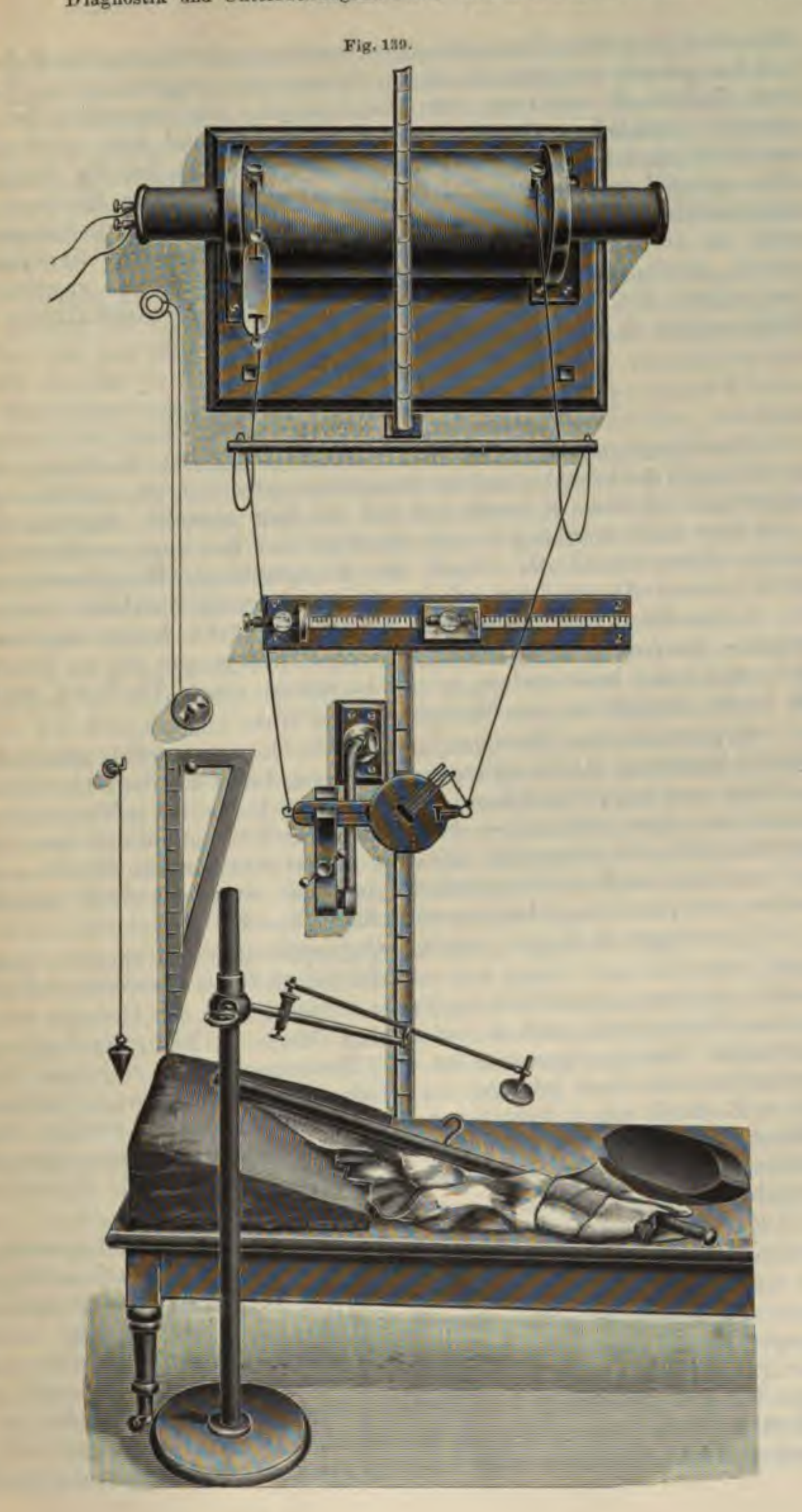
Plüsch umrandete Oeffnung hineinsehen kann, ist für die ungleiche Sehweite verschiedener Individuen nicht einstellbar und entbehrt beim Gebrauche die Vortheile der Adaption der Augen für schwaches Licht, die ein verdunkeltes Zimmer gewährt.

Die störenden Helligkeiten im sonst dunklen Zimmer bei der Durchleuchtung sind 1. das Fluorescenzlicht der Röntgenröhre, 2. die Reflexe dieses Lichtes an nahestehenden, namentlich hellen oder glänzenden Gegenständen, 3. das Licht der unmittelbar von Röntgenstrahlen getroffenen Leuchtschirmtheile. Zur Beseitigung dieser Uebelstände empfiehlt es sich im allgemeinen, allen grösseren Gegenständen im Röntgenzimmer, sowie dessen Wänden eine dunkle Farbe zu geben, eine breite Gardine vor die Röntgenröhre zu hängen, keinen unnöthig grossen Leuchtschirm, z. B. nicht über 30 × 40 Cm. Lichtweite, zu gebrauchen und eine leicht vertical, lateral und in der Grösse der Oeffnung verstellbare Bleiblende, wie z. B. die *Guttmann*'sche, zwischen Object und Röntgenröhre aufzuhängen, beziehungsweise mittels eines Stativs vorzulagern. Die Bleiblende dient indes in erster Reihe zur Verminderung der Strahlenzerstreuung in nicht untersuchten, unnöthig durchleuchteten Körpernebentheilen, die ein Hauptgrund undeutlicher Leuchtbilder darstellt.

Fig. 139 veranschaulicht eine bequeme Anlage der Hauptstücke eines Röntgenapparats, die sich seit einer Reihe von Jahren bewährt hat. Wie ersichtlich, ist dieselbe von dem zur Seite gestellten Schalterschrank getrennt, der unten Platz zur Aufbewahrung von Leuchtschirmen und Röntgenröhren und oben für Vorschaltwiderstände, Schalttafel und elektrisch bethätigte Nebenapparate, wie „Relais“, gewährt.

In der Anlage befindet sich hoch oben der Inductor an der Wand befestigt, darunter rechtwinklig zur Wand des Zimmers, quer durchgehend und etwa 205 Cm. vom Fussboden entfernt eine dicke Eisen-(Gas)röhre, die in Abständen von 10 Cm. in ringsum gehenden Vertiefungen je eine Marke in Leuchtfarbe, beispielsweise Platinbariumcyanür, trägt. Die Röhre mit Marken dient zum Visiren und zum Aufhängen von Gegenständen, wie Gardinen, Blenden u. a. m. bei Durchleuchtungen und röntgographischen Aufnahmen. Unterhalb der Visirröhre, zu dieser quer, dem Inductor parallel, mit beiden Säulen von der Wand hervorstehend, befindet sich ein Funkenzieher, beziehungsweise verstellbare Funkenstrecke sammt Centimetermassstab, von dem Funkenzieher herunter geht in der Verticalebene der Visirröhre ein Deci-Halbdecimeter-Massstab, hinzu kommt eine an einer Holzquerstange herabhängende Gardine als Lichtschirm und die Bleiblenden. Die *Guttmann*'sche Blende, die eine quadratische Oeffnung besitzt, lässt sich mittels Oesen an zwei Ecken an einer Lederschnur aufhängen, die, einmal um die Visirröhre gewickelt, eine Schleife bildet, an die ein angehängtes Gewicht die Blende in jeder erwünschten Höhe im Equilibrium hält. Statt dieser in sich verstellbaren Blende kann man sich einfacher Bleiplatten von beispielsweise 3 Mm. Dicke mit ausgeschnittenen Blendenöffnungen bedienen, die in geringer Anzahl für alle Fälle ausreichen, wenn man Aufnahmen nur bei grossem Abstande macht, da dann durch Verstellung der Lederschnur auf der Visir- und

Fig. 139.



Stützröhre sich die durchgehenden Strahlenkegel beliebig verkleinern, beziehungsweise vergrössern lassen. Ferner der abgebildete Griffarm (zum Haupttheil construirt von *Hirschmann*), der namentlich bei beschränkt räumlichen Verhältnissen unentbehrlich und auch sonst überaus handlich ist. Bei gerader Stellung trägt derselbe die Röntgenröhre parallel zum Inductor, zum Funkenzieher und zur Richtung der herunterhängenden Leitungsschnüre und besitzt an der Befestigungsstelle an der Wand ein Universal- und in der Mitte ein Ginglymoidgelenk, sowie einen fernrohrartigen Auszug, und zwar so angebracht, dass ausser bei schrägen Richtungen des Arms die Antikathode der Röntgenröhre in die Verticalebene der Visirröhre fällt.

Die röntgographische Aufnahme.

Das Röntgogramm ist dem Leuchtbild dadurch überlegen, dass die Wirkung der Strahlen auf die Bromsilberplatte sich bis weit über die Dauer aller üblichen Expositionen mit der Zeit summirt, dagegen dass Licht nur einen vorübergehenden Eindruck auf das Auge macht. Schon infolge dieses Umstandes zeigen alle Röntgogramme Einzelheiten und oft in grosser Anzahl, die bei der Durchleuchtung unsichtbar bleiben. Die Abblendung von zerstreuten Strahlen bewirkt ferner eine weit grössere Steigerung der Deutlichkeit im Röntgogramm als im Leuchtbild, und zwar insbesondere sobald in irgend einem Theil des Bildes die locale Exposition eine überreichliche wird.

Gegenüber der Photographie ist die Röntgographie grundsätzlich im Nachtheil, da die Röntgenröhre wenig Licht auf das Object wirft und das, was man darstellen will, verborgen liegt. Es gehört infolgedessen zu einer vollendeten Aufnahme eine Vertrautheit mit der Perspective, mit der Diaktinik aller in Frage kommenden Theile, mit der normalen und pathologischen „Anatomie des Lebenden“ und zuweilen mit dem röntgoskopischen Befunde des Falles.

Die Frage, ob man in der Röntgographie Momentaufnahmen principiell erstreben soll, kann aus mehrfachen triftigen Gründen verneint werden. Indessen erhebt sich die Frage zunächst nach den Grenzen einer Momentaufnahme wie nach der wirklichen Dauer der Röntgenaufnahmen überhaupt. Streng genommen ist eine Momentaufnahme diejenige, die mittels eines einzelnen Schlages eines Inductors gewonnen wird. Es lässt sich z. B. durch einen Inductionsschlag, der sonst einen Funken von 1 Meter Länge gibt, ein ausreichendes Bild der Hand eines Erwachsenen gewinnen, dessen Expositionsdauer möglicherweise 0,01 Secunden beträgt.

Bei kleineren Inductoren dauert der einzelne Inductionsschlag nur etwa 0,001 Secunden. Wiederholen sich solche Inductionsschläge mit einer Häufigkeit von 100 pro Secunde, so beträgt die wirkliche Dauer der Bestrahlung bei einer Exposition von einer Secunde noch weniger als 0,1 Secunde, indem die einzelnen Schläge nicht während ihrer ganzen Dauer die Röntgenröhre durchschlagen, sondern nur so lange wie die „Spannung“ des Schlages über die zum Durchschlag erforderliche Höhe bleibt. Diese Zeitdauer ist, wie Fig. 136 (s. pag. 493) veranschaulicht, weit kleiner als diejenige des ganzen Schlages und nimmt

mit der Höhe des Vacuums der Röntgenröhre ab. Da sich nun die wirkliche Dauer der Exposition nicht messen lässt, ist die Bezeichnung einer Exposition nach der ganzen verstrichenen Zeit die bisher allein mögliche gewesen und setzt im Falle eines Vergleiches annähernd gleiche Intensität und Frequenz der benutzten Inductionsschläge voraus. Genauere Angaben von vergleichbarem Werth dürften indessen durch Vorrichtungen zu gewinnen sein, die, wie die *Ruhmer*'sche Selenzelle, ein Messen der absorbirten Energie gestatten.

Ferner hängt die bei Aufnahmen wirklich verwendete Energie wie die Dauer der Exposition erstens von dem Abstand der Röntgenröhre ab, und nach dem bekannten Gesetz der Abnahme fernwirkender Kraft wie die Zunahme des Quadrats der Entfernung, vermindert sich die Strahlenenergie um die Hälfte bei dem Uebergang von einem Röhrenabstand (ab Antikathode) von 57 Cm. zu einem von 80 Cm.; zweitens von der Absorbirbarkeit der Strahlen, einerseits im Gewebe, andrerseits im Bromsilber, die in dem Maasse zunimmt, wie die „Härte“ bezw. Spannung der Strahlen abnimmt und bei einem je nach den Umständen verschieden hohen Grade ein Optimum der in dem Bromsilber wirkenden Energiemenge bildet; drittens, von der Dicke, der Dichte und namentlich der Reichhaltigkeit des Körpertheils an Elementarbestandtheilen von bedeutendem Atomgewicht, namentlich über 20—25.

Die Grenzen der Exposition einer Aufnahme sind eng gesteckt, dagegen bei verschiedenen Aufnahmen liegen sie weit auseinander; da aber die Körpertheile nicht nur an Grösse und an Durchlässigkeit für Röntgenstrahlen von einander sehr verschieden sind, sondern auch die Contraste, die in vielen bedeutsamen Fällen erzielbar sind, nur klein, ja beim Optimum aller Bedingungen sich oft fast verschwindend klein zeigen, so ist es eine der vornehmsten Aufgaben der Röntgographie, die Expositionsdauer richtig vorauszubestimmen. Das Erste zur Erfüllung dieser Aufgabe ist eine einfache Handhabung und ein wenig complicirter Bau des Röntgenapparats, denn bei solchen kann man seine Aufmerksamkeit anderen und bedeutsameren Dingen als der reinen Technik zuwenden.

Ein Vorzug grösseren Abstands der Röntgenröhre vom Objekt ist die Beseitigung der Gefahr einer pathogenischen Wirkung der Strahlen, wie sich das in Uebereinstimmung mit der bisher veröffentlichten Casuistik leicht wie folgt erklären lässt. Bei Aufnahmen wie Durchleuchtungen ist es nicht der Abstand der Röhre von der Platte, sondern vom nächsten Punkt des Objekts, worauf es ankommt, denn bei demselben Plattenabstand kann ein dickes Object die Röhre fast berühren, wo ein dünnes in ausreichender Entfernung von demselben sich befindet. Offenbar hierin liegt der Hauptgrund unglücklicher Zufälle, der sich an der Hand von noch mehr oder weniger gebräuchlichen Röhrenabständen mit Nutzen weiter verfolgen lässt.

Misst z. B. bei einer Aufnahme des Abdomens dieser 30 Cm. im Sagittaldurchmesser und beträgt der Abstand von dem Brennpunkt der Röntgenröhre bis zur Platte nur 50 Cm., so ist die Haut nur 20 Cm. von dem Brennpunkt entfernt und erhält eine über 6mal grössere Energie pro Flächeneinheit als z. B. eine auf die Platte gelegte Hand. Beträgt dagegen der Röhrenabstand von der Platte 75 Cm., so ist der Unter-

schied noch nicht ein dreimaliger. Hieraus ist ersichtlich, dass bei verhältnismässig geringen Röhrenabständen die der Röntgenröhre zugekehrte Oberfläche des Körpertheils eine unmässige Bestrahlung erleidet. Indessen ebenso auffällig und noch bezeichnender als das eben erläuterte Verhältnis ist die Verschiedenheit der Strahlenintensität bei den beiden Röhrenabständen, einmal an der Haut, sodann an der Platte. Bei dem Röhrenabstand von 50 Cm. ist die Strahlenintensität in der Ebene der Platte etwa doppelt so gross wie bei 75 Cm., dagegen an der der Röntgenröhre zugekehrten Hautoberfläche über 5mal grösser. Bei der Annäherung umfangreicher Körpertheile an die Röntgenröhre nimmt also die Strahlenintensität an ihrer Oberfläche in weit grösserem Masse als an der Platte, beziehungsweise Leuchtschirm zu.

Dieser Umstand wird allein genügen, angesichts der bekannten Pathogenität der Röntgenstrahlen, um zu verhindern, dass man ohne ausreichenden Grund einen Abstand der Oberfläche des Objects von dem Brennpunkt der Röntgenröhre von 20 Cm. dem von beispielsweise 40 Cm. vorzieht, denn aus demselben geht mit Deutlichkeit hervor, dass bei allen Annäherungen an die Röntgenröhre die Hauptbedingung der Pathogenität der Strahlen, nämlich der Röhrenabstand, an der der Röhre zugekehrten Körperoberfläche weit schneller zunimmt, als eine Exposition sich verkürzen, bezw. als das Leuchtbild an Helligkeit zunehmen kann.

Ein weiterer, sehr bedeutender Grund für die Benutzung von grossen Abständen zwischen Röntgenröhre und Platte oder Leuchtschirm, wie zwischen Röhre und Object, ist die Annäherung an die Parallelprojection, welche alle genauere Darstellungen, Messungen und Localisationen erfordern, und schliesslich dass das Bild an Bildschärfe gewinnt. Schon bei Aufnahmen einer Hand von nur 2—3 Cm. Dicke zeigt sich ein bedeutender Gewinn durch einen Röhrenabstand von 40 Cm. gegenüber einem solchen von 20 Cm. Hiernach muss bei einem sagittalen Körperdurchmesser von 20 Cm. ein besseres Bild bei einem Röhrenabstand von 4 Meter als bei einem von 2 Meter zu erzielen sein.

Indessen genügt ein Abstand von 80 Cm. den üblichen Ansprüchen der Diagnostik. Wie schon oben bemerkt, bedingt die Verwendung eines Röhrenabstandes von 80 Cm. eine doppelt so lang dauernde Exposition wie eine von 57 Cm. und diese wiederum eine doppelt so lange wie bei 40 Cm., wobei sich die Deutlichkeit der Bilder in gleichem Schritt mit der Verkürzung des Röhrenabstandes vermindert.

Möglichst kurzdauernde wie Momentaufnahmen bedingen die Verkürzung des Röhrenabstandes und den Gebrauch harter Strahlen, so dass alle Contraste bedeutend schwächer werden, zarte ganz verschwinden, während die Vergrösserung der verschiedenen Theile des Objects infolge der grossen Annäherung der Röntgenröhre eine sehr ungleich grosse wird. Die nöthige Nähe der Röhre bedingt es aber auch, dass viele Einzelheiten an der von der Platte abgewendeten Seite des Objects durch die Vergrösserung bis zur Unkenntlichkeit abgeschwächt werden. Bei Momentaufnahmen wird ferner die Technik der Strahlenerzeugung erschwert und die Abnutzung des Röntgenapparates, vor allem der Röhren vermehrt, wenn nicht auch zuweilen Gefahr

für die Erhaltung der Isolirung des Inductors eintritt. Die Methodik der diagnostischen Röntgenaufnahmen richtet sich infolgedessen mehr dahin, die zufälligen Bewegungen des abgebildeten Körpertheils zu verhindern und die unaussetzbaren unter Benutzung von Bewegungspausen unschädlich zu machen.

Der Contrast im Bilde, den verschieden dichte Gewebstheile bei ungleicher Durchstrahlungsdauer abgeben, ist unter sonst gleichen Umständen ungleich und fällt an verschiedenen Stellen in die Scala der erzeugbaren Schattenabstufungen, die von beiden Enden nach der Mitte zu an Grösse zunehmen. Bei der umgekehrten Anordnung, wo die Gewebsdichte bezw. -dicke statt der Durchstrahlungsdauer variirt, gilt dasselbe. Da nun Röntgenbilder im Vergleich mit Photographien weit mehr unter Verschleierung leiden, so ist es erforderlich, dass die diagnostisch verwerthbaren Contraste im Bilde möglichst gross hergestellt werden, d. h. dass sie möglichst in die Mitte der Scala gebracht werden. Deshalb ist es nöthig, namentlich wenn ein Gebilde von seiner Umgebung wenig verschieden ist oder unter überlagernden Massen fast verschwindet, sich einer weit ausgebildeten Methodik zu bedienen, damit die umgekehrt proportional den Dicken verkleinerte Verschiedenheit nicht unmerklich wird.

Sind diese Bedingungen erfüllt, so lassen sich z. B. zwei, wie unter Umständen drei Knochen durcheinander hindurch abbilden und kleine Nierensteine zur Darstellung bringen.

Die Momente, welche die Gesammtdiaphanie der Gewebe im Bilde beeinflussen, sind Alter, Körpergrösse bezw. -dicke, Beruf bezw. Muskelthätigkeit, Krankheit und Atrophie.

An Kindern, Greisen und Bettlägerigen lassen sich die contrastreichsten und inhaltreichsten Diagramme und zwar infolge der geringen Musculatur erzielen, bei denselben sind auch die Knochen durchlässiger als durchschnittlich beim Erwachsenen. Der allgemeine Zustand des Knochensystems zeigt sich am besten am Bilde der Hand. Viele Berufsarten bezw. Lebensweisen, welche Muskelschwäche nicht ausschliessen, lassen ebenfalls im voraus auf grössere Deutlichkeit im Bilde rechnen. Die Diaphanie des Körpers kann sich ohne entsprechenden Gewichtsverlust dadurch verändern, dass die bei Körperinactivität eintretende Muskelatrophie durch Fettansatz mehr oder weniger ausgeglichen wird, während bei „Training" bezw. Bergsteigen das Umgekehrte stattfindet.

Bei demselben Körperumfang sind grosse Individuen oft leichter durchstrahlbar als kleinere, zumal wenn letztere mehr muskelthätig sind, lange Muskeln brauchen auch nicht so dick zu sein als gleichnamige kurze. Krankheiten, die nicht durch Fett-, Muskel- oder Knochenschwund eine vergrösserte Diaphanie des Körpers bedingen, sind noch nicht festgestellt worden. Specifische Unterschiede von Belang, ausser durch Gewebsentartungen, wie z. B. die fettige Degeneration und die Osteoporose, sind auch kaum zu erwarten, da ansehnliche Vermehrungen, wie Einführungen von Körpern mit hohem Atomgewicht in die Gewebssäfte, mit wenigen Ausnahmen schwere Vergiftungen bedeuten. Sieht man von Zu- bezw. Abnahme der Körpermasse bei Zuständen wie Anasarka bezw. Phthisis und Cholera ab, so ist es zweifelhaft, ob das

Gewebe mit oder ohne viel Wasser pro Gramm Substanz diaktinisch genügend verschieden ist, um merklich ungleich grosse Schatten zu werfen.

Die Vorkehrungen und Apparate für röntgographische Aufnahmen.

Die Hauptbedingung der Röntgenaufnahme ist die Ruhe des Objects. Dieser Ruhe stellen sich Muskelbewegungen und Senkungen des Objects entgegen.

Die Senkungen des Objects auf seiner Unterlage betreffen das Ganze oder nur Theile desselben. Im letzteren Falle sinkt das Object oft ein wenig in sich zusammen nach Einnahme einer Lage, und zwar theils durch Nachlassen von Muskeltonus, theils infolge von Flacherwerden durch Druck auf Fettgewebe, dessen Fett bei 30° bis 37° C. halbflüssig ist.

Senkungen im Object, wie auch desselben als Ganzes werden dann belanglos klein, wenn man denselben Zeit lässt, sich genügend abzuspielen. Diese Zeit bemisst sich nach der Körperbeschaffenheit und dem Umfang der Druck ausübenden Körpertheile und kann fünf Minuten und mehr betragen.

Die Muskelbewegungen, welche die Erzielung von scharf contourirten Bildern verhindern, zerfallen in functionelle und zufällige.

Die störenden functionellen Bewegungen sind hauptsächlich diejenigen der Athmung, die oft fast von gleicher Grösse am Thorax und Abdomen eine besondere Methodik zu ihrem Unschädlichmachen, ganz besonders aber zu ihrer theilweisen Aufzeichnung in bestimmtem Umfang, erfordern.

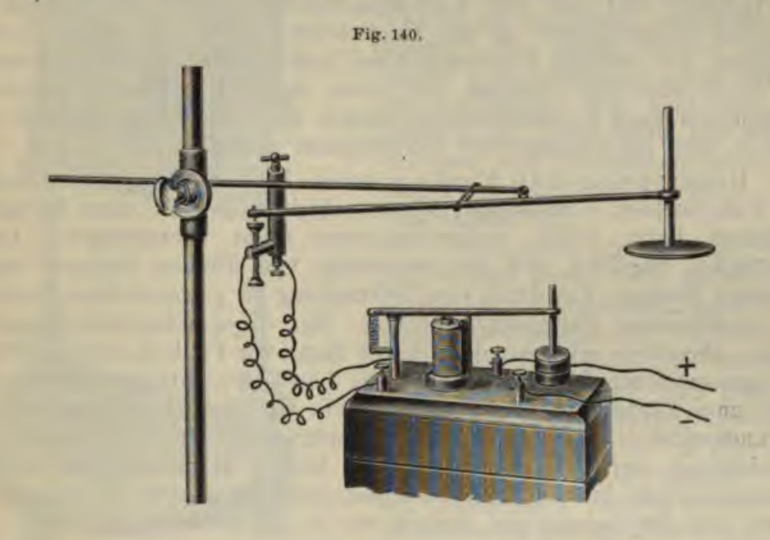
Zum Ausschluss der Athembewegungen bei Aufnahmen des ganzen bezw. unteren Thorax bedient man sich methodisch am einfachsten des zuerst von *A. Hoffmann* eingeschlagenen Verfahrens, nämlich bei einer geeigneten Athemstellung, vornehmlich einer tiefen Inspiration, die Athembewegungen während der Dauer der Aufnahme zu sistiren, bis je nach der Qualität und Quantität der verwendeten Röntgenstrahlen die Aufnahme bei dem Athemstillstand erfolgt ist, dagegen am sichersten des Princips des Verfahrens nach *Guilleminot,* das darin besteht, vermittelst eines durch die Athembewegungen bethätigten elektrischen Contacts, eine Auslösung der Strahlenerzeugung nur während einer Uebergangsphase der Athmung zu bewirken. Statt des von *Guilleminot* angegebenen Thoraxgürtels wird vielfach das in Fig. 140 abgebildete Hebelrheotom des Verfassers mit Pelotte und umkehrbarem Platincontact verwandt. An einer deutlich bewegten Stelle des Thorax oder des Abdomens, beispielsweise die unteren Rippenknorpel oder das Epigastrium, drückt die Holzpelotte mit leichtem Federdruck oder bei der wagerechten Körperlage durch ihr Eigengewicht und bewirkt am anderen Ende des Hebels je nach der Stellung des Contacts einen Schluss oder eine Oeffnung eines schwachen elektrischen Stroms, der mittels eines „Relais“-Schalters in dem Schalterschrank einen Quecksilbercontact dort öffnet und schliesst, wodurch dem primären Strom des Inductors der Weg ab- und aufgesperrt wird ohne Bezug auf die Stromunterbrechung für den Inductor, die anderen Orts stattfindet.

Infolge des günstigen Umstandes, dass sich Pausen am Ende der Exspiration in der Ruhe bald einstellen, werden dieselben bei den Aufnahmen benutzt und dadurch summirte Aufnahmen bei einer bestimmten Athemstellung der Thorax- und Nebenorgane erzielt.

Durch Umkehrung des Contacts kann man auch das Ende der Inspirationsstellung benutzen, bei der sich willkürliche Pausen von kurzer Dauer besonders leicht verwenden lassen. Da bei dem Betrieb des Apparats die Inspiration beliebig tief erfolgen kann, und da ferner eine möglichst tiefe Inspiration, die z. B. bei der Aufdeckung von kleinen Gewehrkugeln hinter der Leber in Frage kommt, nur eine kurze Zeit eingehalten werden kann, so kommt in solchen Fällen eine summirte Aufnahme allein in Betracht.

Dasselbe gilt auch für Thoraxaufnahmen bei Kranken, beispielsweise Phthisikern, die nur einen kurzdauernden Athemstillstand ausführen können.

Fig. 140.



Die zufälligen Muskelbewegungen, welche die röntgographischen Aufnahmen beeinträchtigen, sind theils psychischen, theils physischen Ursprungs.

Das untersuchte Individuum soll von „Angst vor den Röntgenstrahlen" frei sein.

Es kann ihm versichert werden, dass eine Gefahr bei reichlichem Abstand der Röntgenröhre von der Haut überhaupt nicht vorhanden ist und eventuell ferner, dass die Hautleiden der Röntgographen daher kommen, dass sie selbst diese Regel nicht immer beobachten können.

Die genannte Furcht lässt sich oft am wirksamsten durch ein gemächliches Vorgehen vor und während der Aufnahme zerstreuen, das auch dem Untersuchten Zeit gibt, in psychische wie in Muskelruhe zu kommen. In einem warmen Zimmer stellt sich die letztere am schnellsten ein. Anweisungen sind kurz, langsam und natürlich zu geben. Es ist

zu bedenken, dass fast mit jeder geistigen Anregung Muskelinnervationen verknüpft sind. Wird ein kleines Kind unruhig, so darf es nicht merken, dass man sehr auf sein Wesen achtet. Man fasst es, wo nothwendig, nur vorübergehend an und bewirkt das weitere Festhalten mittels geeigneter Sandsäcke, Schienen oder auch eines Brettes, an das der ganze bezw. der Unterkörper durch einen Verband gebunden wird. Ist ein Körpertheil beschwert oder verbunden, so stellt sich rasch eine vollkommene Muskelruhe ein. Fixationsverbände sind auch nicht selten bei Erwachsenen von Nutzen, insbesondere bei Nervosität, bei Herzschwäche und Chorea und bei Paretikern.

Um einen vermehrten Muskeltonus bezw. Zittern bei Aufnahmen zu vermeiden, kann es als Princip gelten, die Kleidung grösserer Körpertheile nicht ganz entfernen zu lassen.

Mässig trockene Luft im Untersuchungszimmer, die sich immer durch Heizung erzielen lässt, verhindert das Ueberspringen von Funken am Inductor und aus den Leitungsschnüren, sowie aus der Umgebung der Röntgenröhre an die Haut bezw. an die nie ganz trockene Kleidung. Die relative Feuchtigkeit der Luft, worauf es allein ankommt, darf nicht über 80% steigen und wird durch Hygrometer angezeigt. Es genügen auch Kobaltnitrathygroskope, die einen Farbenwechsel von blau zu rosa bei zunehmender Feuchtigkeit zeigen.

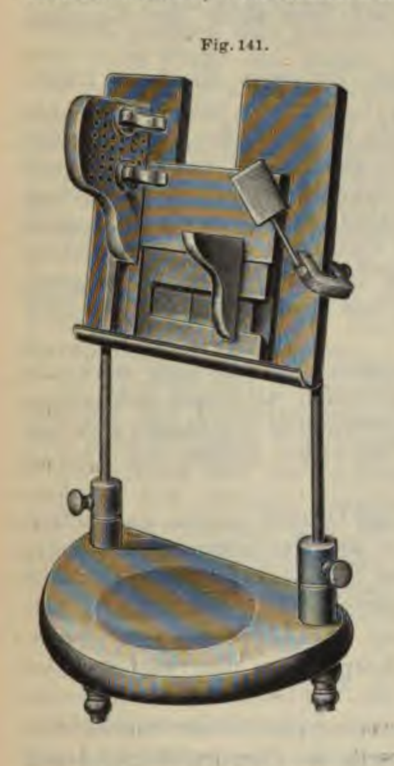
Ueberspringende Funken, welche bildverderbende Bewegungen des Untersuchten veranlassen, können klein sein und ohne hörbarem Geräusch bezw. leicht wahrnehmbarem Licht überspringen. Unter Umständen empfiehlt sich die Benutzung von kleinen leichten baumwollenen Decken, die durch eine Behandlung in getrocknetem Zustande mit verdünntem Celluloid(Zapon)lack ihre Hygroskopicität verloren haben. Dieselben schützen die feuchte Haut vor Funken und absorbiren die ganz weichen Röntgenstrahlen, die besonders pathogenisch wirken, ohne zum Röntgenbild beizutragen. Wie die Decken lassen sich die Leitungsschnüre gegen Feuchtigkeit unzugänglich machen. Durch die Ozonbildung bei dem Gebrauch von harten Röntgenröhren werden Gummiüberzüge brüchig. Die Celluloidlösung lässt sich mit einem Gemisch von Amylacetat und Aceton wie 1:3 verdünnen.

Der röntgographische Aufnahmeapparat verdient deshalb eine ganz besondere Beachtung, da einerseits die Gegenstände der Untersuchung untereinander äusserst verschieden sind, andererseits im Gegensatz zu der Verwendung des Lichts „beim Photographiren" die Röntgenstrahlen nicht ohneweiters eine Controle der richtigen Aufstellung des Apparats und des untersuchten Individuums gewähren.

Ein Aufnahmeapparat einfach im Betrieb und auch einfach im Bau kann nebst den für Durchleuchtungen verwendeten, pag. 522—4 beschriebenen, in Fig. 141 abgebildeten Theilen im wesentlichen aus folgenden Stücken bestehen: einem 50 Cm. hohen zusammenklappbaren Aufnahmetisch von etwas über Körperlänge für Rumpf-, Bein-, Schulter-, Thorax-, Abdomen-, Becken-, Knie- und Schenkelaufnahmen in Fällen, wo die wagerechte Körperlage vortheilhaft ist, einem Aufnahmestuhl (s. Fig. 141 und die Figuren bei „Specielle Methodik") mit abnehmbarer und verstellbarer Lehne nebst verschiedenem Zubehör für Aufnahmen vom Kopf, Auge, Oberkieferhöhle, Zähnen, Unterkiefer,

Hals, Schulter, Oberarm, Thorax, Oberabdomen, Knie und Fuss, einem schweren Eisenstativ mit 3 Cm. dicker, 80 Cm. hoher vernickelter Stange, an die eine seitliche für Ellbogen-, Unterarm-, Hand- und Fussaufnahmen bestimmte Tischfläche in beliebiger Höhe befestigt werden kann, oder an die sich andere Hilfsapparate, wie das oben abgebildete Athmungsrheotom für summirte Aufnahmen des Thorax anbringen lassen. Erforderlich sind ferner: Sandsäcke, Bretter und Schienen, Holz- und Eisenzwinger, Holzkeile und Bretter, Kopfkissen und Decken, Heftpflaster und Gazebinden, Spitzloth und rechteckige Dreiecken mit Decimetermass, Centimeter-Millimetermassstäbe, Bandmass und Körpertaster, Bleiplatten, -blenden und -röhren, Metallmarken und Hautstifte, Lederschnüre und Gegengewichte.

Fig. 141.



Sandsäcke werden aus sehr dichtem Stoff angefertigt und, um schmiegsam zu sein, nur zu etwa vier Fünftel mit trockenem, gesiebtem Sand gefüllt. Sie dienen sowohl zu seitlichen Unterstützungen wie auch zu Beschwerungen und sind besonders nützlich bei Aufnahmen von jungen, nervösen und paretischen Individuen. Ihre Form kann theils länglich, theils quadratisch sein.

Schienen von passender Form und Grösse lassen sich mittels einer Gypsscheere aus grossen Bögen Strohpappe herausschneiden. Holzschienen stören das Bild dann am wenigsten, wenn sie aus Pappel- oder Elsenholz bestehen. Diese Holzarten eignen sich auch für die Oberseite von Wechselkasten, gegen die die Cassette durch ein keilförmiges Brett gepresst wird. Hierbei erfordern die Cassetten reifartige, zurückklappbare Griffe. Ein Streckbrett für die Ruhigstellung ganz kleiner Kinder hat z. B. die Masse 2 × 20 × 50 Cm. und trägt an einem Ende einen 2 Cm. breiten, 12 Cm. langen Längsschlitz, vermittels dessen die Oberschenkel leicht an das Brett angebunden werden. Das Brett soll polirt und an den Seiten mit Einkerbungen zum Festhalten des Verbandes versehen sein. Auf dem Brett in gestreckter Lage gebunden, nehmen oft die unruhigsten „Subjecte" bald das stille Benehmen eines Indianer-Papoos an. Die lichtempfindliche Platte erst in Seidenpapier und dann in einer schwarzen Gummitasche eingehüllt, kommt zwischen Brett- und Körpertheil zu liegen. Werden Cassetten verwendet, so soll die Vorderseite, die aus Carton besteht, ein- für allemal für solchen Gebrauch durch Zaponlack gegen Feuchtigkeit geschützt werden.

Zur Befestigung von Cassetten in beliebiger Höhe an der Lehne des Aufnahmestuhls bei Schulter- und Kopfaufnahmen sind Holz- und

Eisenzwinger dienlich. Holzzwinger sollten weder in feuchten noch in sehr trockenen Räumen aufbewahrt werden, da sie sich dann schwer schrauben beziehungsweise an den geleimten Ecken lose werden. Wird das Untersuchungszimmer sehr trocken gehalten, so finden sie vorzugsweise ihren Platz nahe am Fenster. Holzkeile mit verschiedenen Winkeln sind nicht selten nützlich, wie z. B. zum Schräghalten einer Unterlage für die Cassette bei Aufnahmen des Vorderfusses. Korkkeile, die sich aus breiten Pfropfen anfertigen lassen, sind besonders werthvoll für Kopfaufnahmen, namentlich bei sagittaler Bestrahlung; zwei derselben, mittels Zapfen an einer dünnen Holzplatte befestigt, zeigen sich wie diese nicht auf dem Bilde der Knochen (vergl. Fig. 145, pag. 555).

Metallmarken sind verschiedenen Zwecken dienlich. Zählmarken, wie die Anfangsbuchstaben r, l, o, u, h und v, sind als Blechschablonen in beliebiger Grösse leicht zu beschaffen. Werden die Marken r und l für rechts und links verwendet, so werden dadurch Fehler verhütet, auch wenn eine Platte verkehrt in die Cassette gelegt wurde, was in forensischen Fällen besonders bedeutsam ist, doch empfiehlt es sich hier aus naheliegenden Gründen, ein zweites richtig aufgenommenes Bild anzufertigen. Es ist im übrigen schon genügend bekannt, dass bei der üblichen Copirung von Röntgogrammen das Bild seitenverkehrt wird.

Ueber tiefe Schatten, wie der Wirbelsäule, sind die noch stärkeren Schatten dicker Ringe am leichtesten erkenntlich, sie lassen sich mittels Gummiheftpflaster befestigen. Ihre Verwendung beschränkt sich fast auf den Processus xiphoideus, wo sie bei vielen Bildern des Thorax unentbehrlich sind.

Zu Kopfkissen gehören Rosshaar und Oeltuch: grosse, namentlich keilförmige Kissen sind unhandlich. Für die Unterstützung der Hals- und Lendenwirbel sind in vielen Fällen Sandsäcke, die vorher mit einer Delle versehen werden, das geeignetste Mittel.

Bleiplatten dienen zur Abblendung unnöthiger Strahlen ausserhalb des Bereiches der abzubildenden Körpertheile und insbesondere zur Abhaltung der zerstreuten Strahlen, die, im Object von den Seiten her geworfen, das Bild des aufgenommenen Körpertheils verschleiern.

Für besondere Fälle lassen sich geeignete Blendenöffnungen mit einer Gypsscheere ausschneiden. Bei Aufnahmen in wagerechter Körperlage genügt das Auflegen der Bleiplatten bezw. -Blenden, die sich in einer Dicke von 3 Mm. auch leicht biegen lassen. Wenn sie mit Zaponlack bestrichen werden, so ist ihre Handhabung nicht unangenehm. Dicke Bleiröhren in Verbindung mit Bleiplatten, die zur gleichzeitigen Compression des abgebildeten Körpertheils und zur Abblendung überflüssiger Strahlen dienen, dürfen im allgemeinen nicht über 10 Cm. Durchmesser besitzen. Bei allen Aufnahmen mit kleinen Bleiblenden sollten Metallmarken zur Orientirung am Bilde an der Haut bezw. Blende befestigt werden. Bleiröhren lassen sich vermittels des oben erwähnten schweren Stativs, einer drehbaren Kreuzmuffe und eines Griffarms in jeder Lage festhalten. In selbständigen, von *Albers-Schönberg* und von *Wiesner* angegebenen Apparaten werden Blendenröhren als Compressorium verwendet.

Bei den häufiger werdenden Aufnahmen in sitzender Körperstellung lassen sich Bleiplatten wie -Blenden in einfacher Weise mittels Oesen an den Ecken vorhängen.

Für Aufnahmen des Halses und des Rumpfes in aufrechter Stellung sind zwei Blendenplatten verwendbar, die sich leicht hoch und niedrig stellen lassen. Dieselben können am einfachsten an je zwei Stellen so an eine gemeinsame Lederschnur, die jedesmal auch durch einen Ring geht, aufgehängt und mittels eines Gegengewichts an dem Ring in der Schwebe gehalten werden, dass durch einen Griff um die 4 Schnüre beide Platten gehoben und gesenkt werden können, dagegen beim Festhalten der einen Platte die andere allein hoch und niedrig verstellt wird. Bei Aufnahmen zur Localisation von Fremdkörpern, eine richtige Expositionsdauer vorausgesetzt, können die das bestrahlte Feld einengenden Bleiblenden von geringem Gewinn und für die nachherigen näheren Feststellungen wie für eine Construction nachtheilig sein. Hauptsächlich bei Ueberexposition und beim Aufsuchen kleiner Fremdkörper in grossen Gewebsmassen sind Bleiblenden vortheilhaft.

Ein Loth zur Feststellung des Treffpunktes des von der Röntgenröhre senkrecht zur Platte gehenden Hauptstrahls muss spitzförmig, aber nicht zu spitz sein, denn sein Gewicht ruft leicht Schmerzen bei Berührung der Haut hervor.

Rechtwinklige Dreiecke von etwa 75 Cm. Seitenlänge zur Feststellung der Projectionsrichtung bei Aufnahmen zur Lagebestimmung von Fremdkörpern, von Knochenbrüchen, von Krankheitsherden, von Organgrenzen und von Verunstaltungen am Skelett sind nothwendig zu raschem und sicherem Vorgehen. Vortheilhafte Winkel zwischen Hypotenuse und Schenkel sind 15° u. 75°, 30° u. 60° und 45° u. 45°. Aus 0,5 Cm dicken Erlenholzlatten angefertigt, sind die Dreiecke leicht und bleiben gerade. Ein Massstab an dem langen Schenkel in Decimetern und Halbdecimetern bildet eine nützliche Zugabe.

Die Orthodiagraphie.

Die Orthodiagraphie heisst in weiterem Sinne die Darstellung in annähernd richtigem Massstab, in engerem Sinne dieselbe in absoluter Parallel-Projection.

Die erstere lässt sich durch die Röntgographie, zuweilen auch die Röntgoskopie mit annähernd parallelen Strahlen leicht erreichen und genügt allen diagnostischen Ansprüchen.

Um auf einfachste Weise mit annähernd parallelen Strahlen zu untersuchen, wird das zu untersuchende Object in einer seiner Dicke entsprechenden Entfernung von der Röntgenröhre aufgestellt. Schon bei einem Abstand zwischen dem Brennpunkt der Röntgenröhre und dem Leuchtschirm von 50 Cm. beträgt die Vergrösserung eines Gegenstandes von beispielsweise kugliger Form und 10 Cm. Durchmesser nur 1 Cm. und bei 75 Cm. Abstand nicht ganz 0,7 Cm. in der Breite.

Da die Diagnose einer Herzvergrösserung schwerlich von noch kleineren Unterschieden abhängig sein dürfte, kann man solche Fragen bei nicht allzu starken Individuen ohne weiteres entscheiden. Bedeutend kleinere Projektionsstrecken als 50 Cm. kommen indess nicht selten

zur Verwendung, wobei sich die Thatsache geltend macht, dass z. B. bei 30 Cm. Abstand der Schatten einer 10 Cm. dicken Kugel um 1,7 Cm. breiter und in Ausdehnung 36% grösser als der wirkliche Querschnitt wird.

Bei der Bestimmung der normalen oder anormalen Herz-, beziehungsweise Aortengrösse kommt es angesichts der sehr verschiedenen Körpergrössen und Umfänge der untersuchten Individuen in erster Reihe nicht auf die absolute, sondern auf die zur Thoraxweite relative Schattengrösse an. Bei Durchleuchtungen in grösserer Annäherung an die Röntgenröhre ist dann beim Uebergang von der pectoralen zur dorsalen Lage des Leuchtschirms der Umstand von Bedeutung, dass der grösste Transversaldurchmesser des Brustkastens hinter, und derjenige des Herzens vor der Mittelebene des Körpers liegt, wodurch das Herz relativ grösser auf dem vorn als auf dem hinten gehaltenen Schirm erscheinen muss.

Es liegt auch Grund zu Täuschungen über die Herzgrösse vor. Wenn nämlich am Anfang der Untersuchung nicht immer bei derselben Entfernung zwischen Antikathode und Leuchtschirm ein Ueberblick des Brustkorbs und Herzens vorgenommen wird, erhält man in grosser Nähe der Röntgenröhre bei dem Anblick des absolut grossen Herzschattens leicht den falschen Eindruck einer Herzvergrösserung.

Eine Veranlassung zu Durchleuchtungen nahe an der Röntgenröhre ist überall da gegeben, wo die Aussenentladung an der Röntgenröhre, die mit der Höhe des Vacuums zunimmt, bei grosser Annäherung des Objects keine Funken abgibt, denn wie das Quadrat der Entfernung abnimmt, steigt die Helligkeit des Bildes und damit die Betheiligung des directen Sehens bei der Durchleuchtung.

Geht man von solchen Annäherungen bis zu einer bestimmten Entfernung, beispielsweise 60 Cm., zurück und nimmt eine Pause des soeben genauer angesehenen Herzumrisses auf, so hat man ein oft ausreichendes und für Vergleiche vollauf genügend wahrheitsgetreues Bild der untersuchten Verhältnisse. Solche Pausen lassen sich in einfacher und bequemer Weise auf Celluloidplatten mittels Fettstifts oder auf Gelatinepapier mit Tinte beschreiben. Namentlich die letzteren sind zum Einkleben in Protokollbücher geeignet.

Die Orthodiagraphie in absolutem Sinne wird allein bei der Durchleuchtung ausgeübt, und zwar durch die Anfertigung von einfachen Umrisspausen, sie ist dort werthvoll, wo in rascher Weise viele Umrissbilder des Herzens angefertigt oder häufige Vergleiche angestellt werden sollen.

Das nach und nach entstehende Umrissbild bei der absoluten Parallelprojection wird während einer Umkreisung des Schattens des Objects mit einem engen Bündel paralleler Strahlen eingezeichnet, und zwar bei beliebiger Entfernung der Röntgenröhre, mittels besonderer Apparate, die man nach *Moritz* „Orthodiagraphen“ nennt. Dieselben tragen an einem das untersuchte Individuum umgreifenden und möglichst leicht beweglichen Arm bezw. Rahmen einerseits die Röntgenröhre, andererseits eine Pausvorrichtung, mit der man auf einer durchsichtigen Platte oder auf die Haut punkt- bezw. strichweise einzeichnet.

Der Apparat nach *Moritz* ist für Untersuchungen in der wagerechten Körperlage eingerichtet. Apparate nach Angaben von *Grunmach*

und von *Levy-Dorn* gestatten die Untersuchung auch in der aufrechten Körperstellung.

Ausser für die Untersuchung des Thorax kommen die genannten Apparate für die syndrome Bewegung der Röntgenröhre und des Zeichenstifts wenig in Betracht. Ohne Pausenstift sind sie dazu geeignet, bei Innehaltung der localen Parallelität der Strahlen breite Gegenstände überall zu durchsuchen, wie ferner auch bei Verzicht auf den Zeichenstift, durch die Benutzung von verschieden schiefem Licht bei einfachen Bewegungen der Röntgenröhre Knochenbrüche, wie Verrenkungen an den Extremitäten und am Thorax, sowie Verunstaltungen günstig gelegener Weichtheile, namentlich der Aorta in verschiedener Ansicht rasch hintereinander zu untersuchen.

Die Stereoskopie.

Die diaktinische Stereoskopie ermöglicht eine durch die Augen direct vermittelte Vorstellung der körperlichen Form von inneren Theilen, welche scharf umgrenzte Röntgenschatten werfen.

Im äusseren Gegensatz zu der Stereoskopie von unmittelbar gesehenen Gegenständen erfordert die Gewinnung eines stereoskopischen Eindrucks von abgebildeten Objecten, und seien sie vermittels der photographischen Camera, des röntgoskopischen Leuchtschirms oder der röntgographischen Platte aufgenommen, zwei auf geeigneten Flächen hergestellte Projectionen, deren Richtungen innerhalb derjenigen Grenzen von einander verschieden sind, die den Augen bei der Betrachtung der betreffenden Objecte selbst entweder geläufig sind, oder infolge der die Stereoskopie erschwerenden Umstände der Röntgenuntersuchung zweckgemäss vergrössert sind.

Einer mit sicherem Nutzen für die Diagnostik bezw. Demonstration verbundenen Stereoskopie stehen zwei Uebelstände im Wege: 1. die Thatsache *(Fritsch)*, dass nur zwei von je drei Personen Gegenstände auf stereoskopischen Bildern mit beiden Augen unfehlbar körperlich wahrnehmen, d. h. nicht schon durch Vertauschung der Lage der Bilder oder einfach durch Vorlage von zwei identischen Bildern getäuscht werden können und nur deswegen körperlich sehen, weil sie die dargestellten Gegenstände nach Art, Form und Lage schon genügend kennen, und 2. die zum Theil unbekannten Formen dessen, das man diaktinisch untersucht.

Die Stereoskopie bei der Durchleuchtung, die auch die stereoskopische Durchleuchtung genannt werden kann, ersetzt die Herstellung zweier einzelnen Glasbilder, und zwar durch eine alternirende Doppelprojection, vielmals in der Secunde abwechselnd von zwei getrennten Strahlenquellen aus durch das Object auf einen Leuchtschirm, wobei die zwei Bilder mittels einer vor den Augen synchron mit der Abwechslung der Projectionen verlaufenden Umschaltblende je einem Auge dargeboten werden.

Die Ausführung der stereoskopischen Durchleuchtung findet auf zweierlei Weise statt: entweder durch zwei getrennte Anlagen für die Strahlenerzeugung, deren Röntgenröhren, nebeneinander aufgestellt, zwei Projectionen verschiedener Richtung bewirken oder vermittels einer Anlage zur Strahlenerzeugung, einer besonderen, grösseren Röntgenröhre mit zwei ebensoviel wie die menschlichen Augen von einander ge-

trennten Antikathoden nebst getrennten Anoden und einer magnetoelektrisch oder auch mechanisch getriebenen Schaltblende für die Augen.

Die Mängel der stereoskopischen Durchleuchtung, welche zum Theil die allgemeine Verwendung der nicht ganz einfachen Apparate bisher verhinderten, scheinen weit weniger in diesen letzteren, als in dem in den Schatten sehr schwachen Fluorescenzlicht des Leuchtschirms und in den kleinen Contrasten und den Ueberlagerungen innerer Körpertheile zu liegen. Indessen mit der Zunahme der Widerstands- und Leistungsfähigkeit geeigneter Röntgenröhren vermindern sich auch Mängel der stereoskopischen Wahrnehmung bei der Durchleuchtung.

Zur Ausübung der röntgographischen Stereoskopie sind zwei gleichwerthige Bilder fast sine qua non.

Der Winkelunterschied der beiden Projectionen, der am besten der Stereoskopie von Röntgenaufnahmen oder Verkleinerungen derselben dient, beträgt über 25°. Im Vergleich hiermit ist der sogenannte „stereoskopische Winkel" von nicht über 14° minderwerthig, da, abgesehen von der Nichtverwendbarkeit der gewonnenen Bilder zu Tiefenbestimmungen mittels Ausmass und Construction, die Bildverschiedenheit zu klein ist, um in vielen Fällen einen bestimmten Begriff des Betrages, wenn nicht auch des Sinnes einer Knochenverlagerung u. a. m. zu geben.

Die Frage z. B., ob nach einer Reponirungsoperation bei der angeborenen Hüftluxation der Schenkelkopf in der Pfanne sitzt, lässt sich bei 14° Winkelunterschied zweier Projectionen dann schwerlich entscheiden, wenn, wie häufig, die Pfanne mit Bindegewebe mehr oder weniger ausgefüllt und die Pfannenränder wie das Caput ossis femoris unter Knorpelgewebe flach sind. Um die Knochen, die dann im Röntgenbilde erscheinen, genügend verschieden bei den beiden Projectionen abzubilden und somit einen bestimmten stereoskopischen Effect hervorzurufen, ist ein grösserer Winkelunterschied nothwendig.

Mit der Vergrösserung des stereoskopischen Winkels ändert sich in der Wahrnehmung nur die scheinbare Grösse des Gegenstandes, die auch nur bei stereoskopischen Bildern photographirter Gegenstände den Eindruck stört, bei der Betrachtung von Röntgenbildern dagegen belanglos ist. Ein weit grösserer Abstand der beiden Aussichtspunkte als derjenige der beiden Augen ist auch für die Stereoskopie von Objecten in dem *Helmholtz*'schen Telestereoskop in letzter Zeit zur weiteren Verwendung gekommen, obwohl nur für Objecte in grosser Entfernung.

Das *Helmholtz*'sche Princip, das zu dem *Wheatstone*'schen darin im Gegensatz steht, dass nach diesem die Bilder weit getrennt und seitlich gestellt werden müssen, hat wiederholt eine Verwendung für die Besichtigung nebeneinander gestellter stereoskopischer Röntgogramme, und zwar einmal durch kastenartige Vorrichtungen gefunden, die von *Walter* dazu construirt wurden, gleichzeitig Nebenlicht auszuschliessen und eine starke gleichmässige Beleuchtung der Glasbilder zu ermöglichen, die durch das Zimmerfenster erfolgen kann.

Derselbe Zweck lässt sich auch dadurch erreichen, dass man 1. die Glasbilder nebeneinander gegen den in dem weiter unten folgenden Abschnitt über die Besichtigung und Beurtheilung des Röntgo-

gramms beschriebenen Leuchtkasten in passenden Rahmen zum Lichtabschluss anlehnt und im verdunkelten Zimmer aufstellt, 2. ein einfaches Stereoskop wie folgt benutzt, das aus vier nebeneinander auf einer Latte aufgestellten kleinen Spiegeln gewöhnlicher Art besteht und je nach der Grösse der Bilder diese in verschiedener Entfernung ansieht.

Zwei innere Spiegel dicht vor den Augen lenken je eine Blickrichtung nach aussen und zwei äussere, etwas grössere (5 × 5 Cm.) Spiegel die Blickrichtung wieder nach vorn und zwar gekreuzt. Man behält somit auch bei der Betrachtung der grössten Glasbilder die Convergenz der Augenachsen bei, die für die Stereoskopie wesentlich ist.

Der Abstand zwischen den Spiegeln auf jeder Seite beträgt ein Paar Centimeter. Vortheilhaft ist eine feste Stellung der inneren und eine drehbare Einfassung der äusseren Spiegel.

Der Vorzug eines grossen Winkelunterschieds zweier Projectionen, ausser dass solche zu ausmessenden Constructionen dienen können, besteht für die Stereoskopie darin, dass die skiagraphische Beschaffenheit der Bilder, d. h. ihre Schattenwerthe und Deutlichkeit, nicht so vollkommen gleich zu sein braucht als bei kleinem Winkelunterschied, und dass bei Anwendung einer bestimmten Beobachtungsmethode der körperliche Bildeindruck oft leicht zu erhalten ist. Dieselbe besteht darin, die einzelnen Bilder, häufig abwechselnd, zu betrachten bis der Eindruck des Körperlichen lebhaft und sicher eintritt, und zwar zunächst an deutlichen Bildpunkten.

Die Gewinnung des Eindrucks des Körperlichen bei der Betrachtung stereoskopischer Bilder bedarf zuweilen ganz besonderer Uebung, da nicht jeder Beobachter sein stereoskopisches Sehvermögen sonst viel gebraucht, namentlich dann nicht, wenn man bekannten Gegenständen und routinirten Bewegungen seiner Umgebung wenig Beobachtung schenkt, zumal bei ungleicher Dioptrik der beiden Augen.

Das Wesen der Stereoskopie ist überhaupt subjectiv und besteht in einer Hirnthätigkeit, die mit dem Vorstellungsvermögen verbunden ist, das unter Umständen, insbesondere bei den in Röntgenbildern obwaltenden, zuweilen völlig eigenartigen Verhältnissen, Täuschungen nicht ausschliesst. Bei der Ausübung der Stereoskopie kommt es auch vor, dass die Bilder unbewusst vertauscht werden und Anlass zu groben Fehlern geben, denn hierdurch wird alles auf den Kopf gestellt. Vor dem schützt die Verwendung eines grossen stereoskopischen Winkels.

Die Wahrnehmung der Lage von Fremdkörpern mittels der Stereoskopie ist gegenüber der Bestimmung mittels einer Construction aus dem Grunde minderwerthig, dass man immer nur ein Erinnerungsbild als Richtschnur bei weiteren Massnahmen, zumal operativer Natur, zurückbehält. Das ist auch an der Mittelhand der Fall, die das günstigste Object für die Stereoskopie bildet. Erst eine Construction, die einen Querschnitt des Gegenstandes in der vermutheten Ebene des Objects, bezw. Fremdkörpers darstellt, giebt einen sicheren Aufschluss der genauen Lage derselben und schützt vor bedauerlichen Missgriffen. Werden drei verschiedene Projectionen hergestellt, so ist die Möglichkeit vorhanden, drei verschiedene Constructionen ausführen zu können, womit eine für alle Fälle genügende Controle gegeben und obendrein

den Fährlichkeiten der photographischen Praxis, bis die Aufnahmen ihren Zweck erfüllt haben, genügend vorgebeugt ist.

Die Aufnahme von stereoskopischen Ansichten eines Körpertheils erfolgt vorzugsweise vor und nach einer Verlegung der Röntgenröhre durch den gewählten Winkel, beispielsweise quer zu einer Körperrichtung und zur Erleichterung der weiteren Behandlung und Besichtigung der Bilder genau in einem bestimmten Winkel (z. B. 90°) zur Richtung der benutzten Cassette, beziehungsweise Platte und des möglichst unverrückt bleibenden Körpertheils.

B. Specielle Methodik.

1. Die Localisation von Fremdkörpern, Knochentheilen und Organgrenzen.

Die Localisation schattenwerfender Gebilde auch der Tiefe nach im Innern der Gewebe und Organe des Körpers findet mittels Durchleuchtungen oder Aufnahmen oder beider statt. Beim Kopf und Auge, sowie bei umfangreichen, nicht lufthaltigen Weichtheilen lassen sich im allgemeinen nur Aufnahmen verwenden.

Bei den Feststellungen zur Localisation handelt es sich immer um die Gewinnung mehrerer Ansichten und um deren Vergleich. Dieser Vergleich betrifft die Form, Lage und Stärke der untersuchten Schatten im Bilde des untersuchten Körpertheils. Die Benutzung der Durchleuchtung zu einer orientirenden Localisation bietet den Vorzug, entweder sofort genügenden Aufschluss oder eine Kenntnis der vortheilhaftesten Richtung für die nachfolgende Aufnahme zu erhalten.

Die Durchleuchtung wird zur Localisation verwendet, wenn die schattenwerfenden Gebilde genügend gross und die umgebenden Körpertheile genügend diaphan sind, um einen unzweideutig erkennbaren Schatten auf dem Leuchtschirm entstehen zu lassen.

Vornehmlich röntgographische Aufnahmen ermöglichen die Herstellung von genauen Constructionen, welche eine Ansicht des Gegenstandes von einem dritten Punkt aus gewähren und die Beziehungen von untersuchten, beziehungsweise gesuchten Punkten zu ihrer Umgebung in allen drei Dimensionen klarlegen.

Die Localisation zerfällt äusserlich, infolge der verschieden weitgehenden Inanspruchnahme der geometrischen Construction, in diejenige im Auge und Gesicht und diejenige in der Hand und in grösseren Körpertheilen.

Die Localisation im Auge und Gesicht.

Von der Entscheidung der Frage, ob ein mit Gewalt ins Auge geflogener Fremdkörper noch innerhalb des Bulbus oculi sitzt, oder ganz durch denselben hindurch gedrungen ist, kann die Vornahme intraocularer Operationen oder der Exstirpatio bulbi abhängen und somit eine genauere röntgographische Localisation als sonst üblich erfordern.

Die Localisation von Fremdkörpern in der Orbitalhöhle fand bisher unter dem erschwerenden Umstand statt, dass allein 2 Trans-

versalaufnahmen bei möglichst grossem Winkelunterschied der Projectionen vorgenommen wurden.

Durch eine Verticalaufnahme, wie sie Fig. 2 der Tafel wiedergibt, auf einer zwischen den Zähnen gehaltenen Platte bei der Anwendung ausreichender Cornealmarken mit Bulbuskrümmung, sowie durch die Anwendung der letzteren bei Transversalaufnahmen, werden die weiteren Massnahmen, insbesondere die geometrischen Constructionen, wie die genaue Localisation überhaupt vereinfacht.

Die Construction der Sagittalansicht des Bulbus sammt dem Fremdkörper aus den Transversal- und Verticalaufnahmen heraus ersetzt auch die Sagittal- beziehungsweise Antisagittalprojection durch den Kopf, die aus verschiedenen allgemeinen Gründen minder gut als die anderen Projectionen verwendbar ist.

Die Momente, welche die Localisation von Fremdkörpern weniger in dem Raum der Orbita als vielmehr in- oder ausserhalb des Bulbus oculi zu einer der difficileren Aufgaben der Röntgographie gestalten, sind die oft unbekannte Grösse des Bulbus, namentlich dessen hintere Hälfte, der Mangel eines umgrenzenden Schattens, die Kleinheit der Fremdkörper, die weit ins Auge eindringen, die Beweglichkeit des Auges, bei Transversalaufnahmen die Ungleichmässigkeit des Hintergrunds am Bilde, bei der Verticalaufnahme die nicht grosse Breite der Mundhöhle beziehungsweise des Abstandes der starken Schatten werfenden Zahnreihen von einander, zwischen denen projicirt werden muss, und schliesslich die Kugelform des Bulbus, welche die Zuhilfenahme ungewöhnlicher geometrischer Constructionen erfordert.

Vor allem anderen aber ist die Frage zu entscheiden, ob der Bulbus die normale Länge von etwa 24 Mm. besitzt, anderenfalls ist diese Grösse als vorhanden ausdrücklich anzunehmen. Zwar zeigt nun bei erhaltener Sehkraft des Auges die Entfernung des deutlichen Sehens die Abweichungen von der Norm im entgegengesetzten Sinne zu denen der Bulbuslänge, aber in Fällen von Blindheit des betreffenden Auges, wie auch oft sonst, entscheidet allein ein ophthalmologisch sachverständiges Urtheil über die für die nähere Localisation anzunehmende Bulbusgrösse. Gerade bei der ersten Verticalaufnahme (s. Fig. 2 der Tafel) erwies sich an dem erblindeten, geschrumpften und aus dringenden symptomatischen Gründen exstirpirten Auge ausser der Richtigkeit der vorhergehenden Localisation, nämlich in der hinteren medialen Ecke am hinteren äusseren Quadranten, die Lage des Fremdkörpers zwar als innerhalb der Sphäre eines normal grossen Bulbus, aber thatsächlich ausserhalb des erkrankten Auges, wenngleich dicht an dem Sehnerv und den Nn. ciliares breves gelegen.

Für kalkhaltige Gebilde wie metallische Fremdkörper im vorderen Bulbusdrittel eignet sich am besten zur Transversalaufnahme das von *Grunmach* ausgeübte Verfahren (s. Fig. 141—2 und pag. 531 u. 541), bei dem auch die Hornhautkrümmung des offenen Auges auf einer am inneren Kanthus gehaltenen Platte abgebildet wird.

Cornealmarken. Zur genauen Feststellung der Lage und Krümmung des vorderen Bulbustheiles im Bilde bei der Vertical-, wie der üblichen Transversalaufnahme sind offenbar mindestens drei abgebildete Punkte der Krümmung nöthig.

Infolge des Umstandes, dass durch den geringen Vorsprung der Cornea an dem normalerweise vorn und hinten ein wenig elliptisch abgeflachten Bulbus diese geringfügige Ellipticität etwa ausgeglichen wird, dient am besten eine gekrümmte Marke, deren Krümmungsradius der halben Länge des normalen Bulbus gleich ist. Um eine solche Marke an den Bulbus in fester Lage anzubringen und durch keine zufällig schiefe Lage derselben eine Aenderung der abgebildeten Krümmung auftreten zu lassen, ist eine schalenartige Form nothwendig. Eine so geformte Marke von 10—12 Mm. Breite aus dünnem Gold oder Platin wirft, obwohl von leichtem Gewicht, infolge der specifischen Schwere des Metalls und der tangentialen Richtung der Strahlen einen starken und scharfen Schatten. In den durch Einträufeln einer Cocainlösung vollständig betäubten Bindehautsack gelegt, bleibt die Schale an derselben Stelle, wenn dieselbe an der Mitte der convexen Seite eine U-förmige Oese trägt, die auf dem Rande des Unterlids ruht und nicht leicht seitlich über die Wimpern rutschen kann.

Die Transversalaufnahme: Die Projectionsrichtung bei der Transversalaufnahme von dem Brennpunkt der Röntgenröhre durch die Bulbusmitte bis zur Platte wird möglichst parallel der Verbindungslinie der beiden Hornhautmitten gestellt. Das Visiren bei der Einstellung der Röntgenröhre vollzieht sich leicht und genau mit Zuhilfenahme einer geraden Latte oder eines hölzernen Dreiecks. Da der menschliche Kopf oft beträchtlich schmäler an der Stirn als am Occiput ist, so weicht, wenn die Schläfe gegen die Cassette liegt, diese letztere um 10—15° von einer sagittalen Ebene ab. Hierdurch wird der abgebildete Sagittaldurchmesser des Bulbus u. a. m. aber nur bis 3,4% verlängert und das Bild nur um diesen geringen und unerheblichen Betrag elliptisch. Dagegen bei einem Abstand der Platte von der sagittalen Achse des Bulbus von 4,5 Cm. und von hier aus bis zum Brennpunkt der Röntgenröhre von 45 Cm., wird der Umkreis des Bulbus, obwohl nicht abgebildet, um ein Zehntel vergrössert projicirt.

In Fig. 1 der Tafel, die eine solche Transversalaufnahme wiedergibt, zeigen sich ausser dem Schatten des Fremdkörpers auch die Schatten zweier Metall (draht) marken, die in der Ebene des Sagittalmeridians des Bulbus an den Lidern bis zu den Rändern befestigt waren.

Im Vergleich mit der Transversal- wird bei der Verticalaufnahme infolge der Gleichmässigkeit des vertical durchstrahlten Os frontalis und der Zartheit der Knochenlamellen zwischen Bulbus und Platte sowohl die Markirschale, wie auch ein metallischer Fremdkörper in der Orbitalhöhle mit grosser Deutlichkeit auf gleichmässigem Hintergrund abgebildet (s. Fig. 2 der Tafel).

Die Projection des Bulbus darf nicht die starken Schatten der Zähne treffen.

Die Verticalaufnahme erweist sich auch vortheilhaft bei der Anwendung der *Grootman*'schen Bewegungsprüfung für Fremdkörper, die in der Nähe der Sclera liegen, indem man die zwei Aufnahmen, welche sonst bei nach oben, beziehungsweise nach unten gerichtetem Blick ausgeführt werden, mittels der geläufigeren nach beiden Seiten schrägen Blickrichtungen und somit bei erhöhter Gewähr der Ruhe des Bulbus während der Aufnahme ausführt.

Für ein streng geometrisches Vorgehen bei Augenaufnahmen und um eine scharfe Abbildung zu erzielen, welche kleine Fremdkörper erfordern, sind bequeme und ausgiebige Fixationsmittel für den Kopf unumgänglich nothwendig. Hierzu hat neuerdings *Sjögren* einen allerdings nur für Transversalaufnahmen bestimmten Aufnahmestuhl construirt.

Indessen lässt sich eine ältere Construction, die in den Fig. 142—3 dargestellt ist, sowohl für Vertical- wie Transversalaufnahmen in bequemer und zuverlässiger Weise verwenden. An den auch sonst für Aufnahmen bei sitzender Lage bestimmten Aufnahmestuhl mit abnehmbarer und in beliebiger Höhe feststellbarer Lehne wird ein Zusatzstück für Kopfaufnahmen gestellt, der zu linksseitigen wie rechtsseitigen Aufnahmen dient und verstellbare Korkstützen für das Hinterhaupt wie eine verschiebbare und umstellbare Kinnstütze trägt.

Fig. 142.



Der Kopf des Patienten erhält bei der Transversal- wie bei der Verticalaufnahme auch eine seitliche Unterstützung, in ersterem Falle gegen die Cassette, in letzterem gegen ein ebenso grosses Brett.

Die Verticalaufnahme. Die Verticalprojection nimmt die Richtung ein, die sich von der sagittalen Achse des Auges bis zur sagittalen Achse der Mundhöhle zieht und mit der sagittalen Körperebene einen Winkel von etwa 30° bildet. Dieser Winkel ist je nach der Höhe des Oberkiefers und dem Zwischenabstand der Augen um etwas weniger als 5° verschieden. Die Strecke zwischen den beiden genannten Achsen beträgt im Durchschnitt etwa 7 Cm., doch ist sie bei derselben Kopfgrösse auffallend verschieden.

Zur genauen Einstellung der Röntgenröhre hält man ein Dreieck von Holz oder Pappe mit einem Winkel von 30° so vor den unterstützten und angelehnten Kopf des Untersuchten, dass der längere Schenkel des Dreiecks von beispielsweise 50 Cm. in die sagittale Körperebene fällt, die Hypotenuse vor dem Auge vorbeigeht und die Spitze des Dreiecks vor der Mitte der oberen Zahnreihe gegen eine im Munde gehaltene Karte stösst. Der Brennpunkt der Röntgenröhre wird nun je nach der Lage des Auges in die leicht visirbare Verlängerung der Hypotenuse oder etwas medial, bezw. lateral gestellt, und zwar so, dass von der Seite gesehen die Verbindungslinie des Brennpunkts der Röntgenröhre und des Scheitels der Hornhaut etwa 1 Cm. hinter die obere Zahnreihe fällt.

Der Winkel, der diese vorderste Projectionslinie mit der Frontalebene des gerade gehaltenen Kopfes bildet, beträgt etwa 5° und verursacht keinen messbaren Unterschied im Bilde gegenüber einer ganz frontalgerichteten Projection. Dagegen wird infolge der seitlichen Abweichung der Projectionsrichtung um etwa 30° zur sagittalen Körperebene der Kreis des Bulbus auf die Platte als eine Ellipse projicirt, deren Längsachse transversal gerichtet ist. Diese Längsachse ist um etwa 16% (= Secant 30° > Radius) grösser als die projicirte Sagittalachse des Bulbus. Die Ellipticität zeigt sich auch deutlich im Bilde, wie in Fig. 2 der Tafel in der Verflachung der Krümmung der Markirschale, namentlich wenn man einen Kreis von 13,5 Mm. Radius zieht, der der Vergrösserung der wirklichen Krümmung von 12 Mm. Radius bei einem Abstand der Röntgenröhre von 63 Cm. entspricht.

Ausserhalb wie innerhalb der erwähnten Projectionsellipse richtig orientirt, relativ zur Mitte derselben, werden alle Schatten von Fremdkörpern abgebildet, die in einer gewissen Ebene des Bulbus liegen. Oberhalb und unterhalb dieser Ebene, die zum Wagerechten die halbe Neigung der Ebene senkrecht zur Projectionsrichtung hat, werden Fremdkörper verschoben projicirt, und zwar medialwärts wenn sie unterhalb, lateralwärts wenn sie oberhalb besagter Ebene liegen und in beiden Fällen in steigendem Masse, je mehr sie von dieser Ebene gegen die Achse derselben entfernt sind.

Die Localisation im Bulbus: Die geometrische Raumfigur, welche um den Bulbus herum von den Projectionen der beiden Aufnahmen und der Construction der Sagittalansicht umschrieben wird, ist keine Kugel, sondern besteht aus drei einander durchschneidenden Cylindern mit gemeinsamem Mittelpunkt und gleicher Länge wie Dicke, dem Bulbusdurchmesser identisch. Zwischen der eingeschlossenen Kugel, zu der an allen Schnittebenen, welche senkrecht zu den Projectionsrichtungen stehen, die Cylinderflächen tangential sind, und der einschliessenden dreiachsigen Cylinderfigur bestehen 8 extrabulbäre intracylindrische Gebiete, als 4 grössere und 4 kleinere, niedrige, dreieckige Pyramiden mit cylindrisch hervorgewölbten Seiten und kuglig hohlen Böden. Die Ränder der Pyramiden reichen bis zu den obengenannten Schnittebenen heran, wo die Kugel- und Cylinderflächen zusammentreffen. An den drei Ecken der kuppelförmigen Basen der Pyramide betragen die von den Schnittebenen gebildeten Winkel 60°, 90° und 90°, beziehungsweise 120°, 90° und 90°. Die Volumina der zwei Pyramidenarten verhalten sich zu einander etwa wie 1 : 8.

Die Frage nun, ob ein Fremdkörper, der sowohl auf einer Transversal- als auch auf einer Verticalaufnahme abgebildet ist, sich innerhalb des Bulbus befindet, lässt sich je nach seiner Lage in erster Annäherung bei der einfachen Betrachtung der zwei Bilder mit sehr verschiedener Leichtigkeit beantworten, wenn auch zunächst die Ellipticität des schräg vertical projicirten Bulbus ausser acht bleibt. Sichtlich negativ sind die Fälle, wo die Krümmung der Hornhaut mit verzeichnet wurde und der abgebildete Fremdkörper auf einem oder beiden Bildern ausserhalb des Bereichs des projicirten Bulbus liegt.

Andrerseits ist die Frage fast mit „einem Blick" in positivem Sinne zu entscheiden, wenn auf beiden Aufnahmen der Schatten des Fremd-

körpers innerhalb der inneren drei Viertel der projicirten Bulbusfigur sich befindet.

In den kreisförmigen, beziehungsweise elliptischen Ring zwischen diesem inneren und dem projicirten Bulbuskreise werden auf beiden Aufnahmen Fremdkörper, die sowohl innerhalb als auch ausserhalb des Bulbus liegen, abgebildet.

Ein geringer Theil der ausserhalb des Bulbus liegenden Fremdkörper, welche auf beiden Aufnahmen innerhalb der gedachten Ringe projicirt werden, fallen bei der Construction der Sagittalansicht (s. Mitte der Fig. 143, pag. 544) des Bulbus ausserhalb des Bulbuskreises und kennzeichnen somit ihre extrabulbäre Lage.

Fremdkörper, die auf allen 3 Ansichten des Bulbus innerhalb der gedachten Ringe erscheinen und doch noch ausserhalb des Bulbus liegen, sind nur durch weitergehende geometrische Constructionen auszuschalten. Das Zunächstliegende hierzu ist die Bestimmung derjenigen Punkte aussen am Bulbus, von wo aus Fremdkörper im Bilde am weitesten nach der Mitte zu erscheinen müssen.

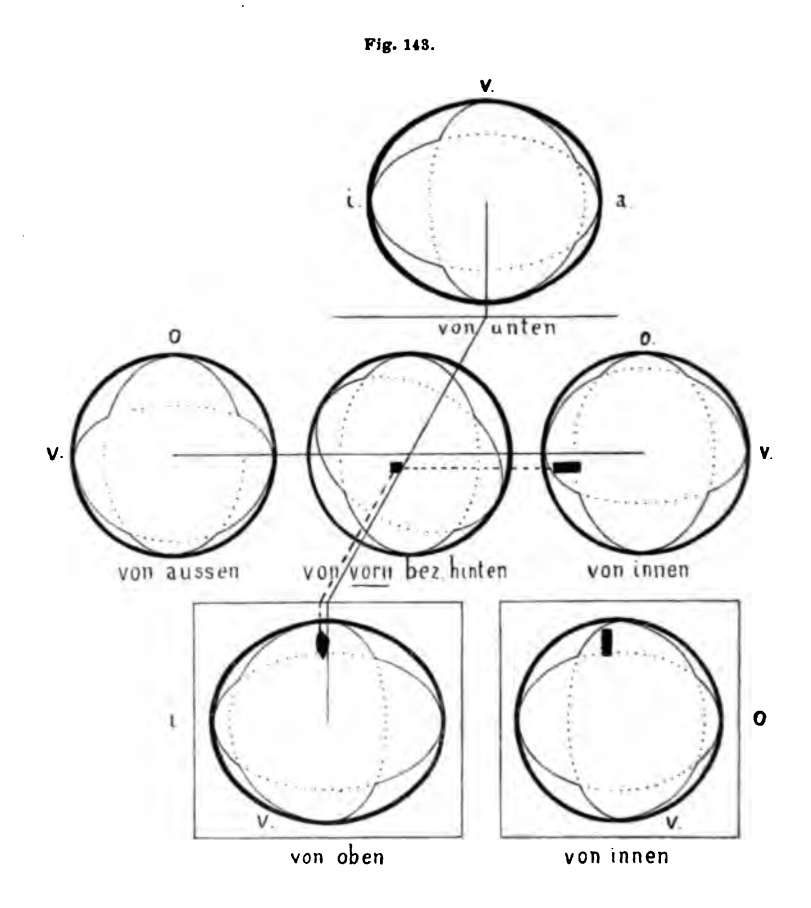
Solche Punkte sind in jedem der durch die 3 Projectionen bedingten 8 Pyramidenböden immer gleich weit von den 3 Schnittebenen, die senkrecht zu den 3 Projectionsrichtungen stehen, und zwar an den Stellen der Bulbusoberfläche, wo diejenigen 3 schrägen Schnittebenen, die halbwegs zwischen je 2 der erstgenannten 3 Schnittebenen liegen, an der Bulbusperipherie zusammentreffen. Bei der üblichen rechtwinkligen Theilung des Bulbus wäre das jedesmal in der Mitte einer Quadrantenoberfläche, in unserem Fall aber, infolge der Schrägheit der Verticalprojection 4mal in der Mitte von Oberflächen von 120° und 4mal von 60° Breite, also 4mal in bedeutend kleineren und 4mal in bedeutend grösseren Oberflächentheilen als einem Quadranten.

Zeichnet man auf je 1 der 3 Projectionen des Bulbus die 2 als Ellipsen projicirten Kreise der genannten schrägen Schnittebenen, so stellen die 4 Kreuzungspunkte der beiden Ellipsen die Projectionen der oben bezeichneten Punkte. Wie in Fig. 140 ausgeführt, entstehen nun Lunoidfiguren zwischen den beiden Ellipsen und der äusseren Figur des projicirten Bulbus, die infolge der Schrägheit der „Verticalprojection" eine Verschiedenheit in Lage und Grösse in den 4 Ansichten des Bulbus, nämlich von aussen, innen, oben und unten, zeigen, während die Ansicht von vorn nach hintendurch die gleiche bleibt.

Vermittelst der eingezeichneten Lunoiden lassen sich die Fremdkörper, welche ausserhalb des Bulbus liegen, doch innerhalb der Projectionen desselben fallen, je nach ihrer Lage mit grosser Genauigkeit erkennen, nämlich: 1. Wenn der Schatten eines Fremdkörpers auf allen 3 Ansichten innerhalb einer Lunoide erscheint, so befindet er sich ausserhalb des Bulbus. 2. Wenn der Schatten nur innerhalb 2 Lunoiden, auf 2 Projectionen, erscheint, so liegt der Fremdkörper ausserhalb des Bulbus, wenn der Schatten auf die dritte Projection innerhalb eines schmalen radialen Dreiecks fällt, dessen Spitze in der Mitte der Projection und dessen Basis an die betreffende Lunoide, und zwar je nach der Grösse dieser Lunoide mit einer Breite von etwa 3,5, beziehungsweise 5 Mm. anstösst. 3. Fremdkörper, deren Schatten dicht am Rand einer Projection des Bulbus innerhalb einer Lunoide und auf den beiden anderen Projectionen dicht ausserhalb der Lunoiden und der oben er-

wähnten schmalen Dreiecke erscheinen, können sich innerhalb der grösseren Pyramiden bis 1 Mm. ausserhalb des Bulbus befinden. Mit der Entfernung der Schatten von diesen Stellungen in den Bildern nähern sich rasch die Fremdkörper dem Bulbus zu, und zwar bis zu einer unbestimmten Grenze, die aus dem Grunde einer weiteren geometrischen Annäherung entbehren kann, da, wie in dem in den Fig. 1 und 2 der Tafel dargestellten Fall ein Fremdkörper, welcher dicht an

Fig. 143.



der Bulbusperipherie sitzt, das Auge so reizen kann, dass die Exstirpatio bulbi ohneweiters vorgenommen werden muss.

In der Gesammtconstruction Fig. 143 sind die projicirten 5 Ansichten des als sphärisch angesehenen Bulbus nebst den Lunoidfiguren enthalten. Ferner ist die Lage des in den Fig. 1 und 2 der Tafel abgebildeten Fremdkörpers auf der Figur eingetragen, und zwar auf transversale, schrägverticale und mittels Construction auf sagittale Ansicht.

Durch ein hinzugefügtes, um 90° gedrehtes Duplicat der Transversalansicht, die neben der Verticalansicht und derselben gleich gerichtet steht, erhellt unmittelbar ohne Construction auf Sagittalansicht die Lage des Fremdkörpers in einem Bulbus von normaler Grösse.

Die Figuren haben einen Durchmesser von 26 Mm. und entsprechen somit in ihrer Grösse einem um ein Zehntel vergrössert projicirten normal grossen Bulbus oculi.

Pausen der Figur auf einer durchsichtigen Celluloidplatte ermöglichen bei Aufnahmen, wo eine schalenförmige Cornealmarke mit abgebildet ist, eine sehr annähernde Bestimmung der Lage eines Fremdkörpers in der Orbita ohne weitere geometrische Construction.

In jedem zur Localisation vorgenommenen Fall eines in die Orbita eingedrungenen Fremdkörpers verlangt die Vorfrage, wie genau die Bulbusgrösse angegeben werden darf, eine besondere Erledigung, da diese Grösse in keinem Fall durch die Röntgenuntersuchung bestimmt werden kann. Bei der *Grootman*'schen Bewegungsprüfung z. B. bewegen sich Fremdkörper, welche ausserhalb des Bulbus liegen, infolge von Adhäsionen mehr oder weniger mit demselben, wie der auch auf diese Weise von *H. Lehmann* und Verfasser untersuchte Fall gezeigt hat. In einem für *Schoeler* untersuchten Fall fand sich ein Schrotkorn am hinteren Pol des Bulbus bei unverminderter Sehkraft. In einer grösseren Reihe älterer Fälle *Hirschberg's* zeigte sich der Fremdkörper nur einmal nicht im Bilde in einem vor 21 Jahren entstandenen Fall.

Auch ohne Constructionen wird sich mittels einer Vertical- und einer Transversalaufnahme und einer Figurpause in der überwiegenden Mehrzahl aller Fälle von Fremdkörpern in oder in der Nähe des Auges entscheiden lassen, ob die angenommene Bulbussphäre das Corpus delicti enthält.

Bei der Aufnahme von Fremdkörpern in und in der Nähe des Bulbus erleidet die Localisation etwas an Genauigkeit durch die Unruhe des Auges, die bei manchen Individuen schwer zu vermeiden ist, und erfordert deshalb besondere Aufmerksamkeit.

Sowohl die genaue Anweisung betreffs der einzuhaltenden Blickrichtung, als auch das Aufstellen eines den Blick fesselnden Gegenstandes sind, wie möglichste Vermeidung von Bewegungen und zufälligen Geräuschen im Untersuchungszimmer, vortheilhaft. Ist das aufzunehmende Auge erblindet, jedoch beweglich, so pflegt es der Blickrichtung des anderen Auges zu folgen.

Bei Doppelaufnahmen mittels Verticalprojection zur Prüfung der Mitbewegung des Fremdkörpers empfiehlt sich eine nicht zu grosse Abweichung der Blickrichtung von der normalen, namentlich nicht nach aussen. Im ganzen genügt eine solche von 70°, wobei das Auge im allgemeinen bei gesunden, ruhigen Individuen wenig bewegt wird.

Die Localisation von Fremdkörpern im medialen Theil des Gesichts vollzieht sich bei der fast vollkommen verticalen Aufnahme unter weit günstigeren Umständen als die Localisation in der Orbita bei der schrägverticalen Aufnahme, doch ist es z. B. nicht ohneweiteres aus den Röntgenaufnahmen zu entscheiden, ob ein Fremdkörper am Ausgang der Stirnhöhle sitzt. Hier benutzt man das Verfahren *Scheier's* zur Darstellung des Ganges mittels einer Metallsonde. Projicirt sich das Ende der Sonde bei der üblichen Transversalaufnahme und bei einer etwas nach vorn gerichteten Vertikalaufnahme (z. B. bis vor der Zahnreihe) dicht am Schatten des Fremdkörpers, so ist dem Zweck der Untersuchung genügt.

Die leere Oberkieferhöhle zeigt sich mit deutlichem Umriss auf Transversalaufnahmen. Verticalaufnahmen derselben in absolutem Sinne lassen sich bei vorgestrecktem, auf einer Tischkante und seitlich unterstütztem Kopf gewinnen. Sammt Transversalaufnahmen können sie ohneweiters zur Localisation verwerthet werden, da die Projectionen rechtwinklig zu einander stehen und sofort übersichtlich sind.

Die Localisation in der Hand und in grösseren Körpertheilen.

a) Mittels Durchleuchtungen.

Die Durchleuchtung wird dann zur Localisation verwendet, wenn der abzubildende Körper genügend gross und von seiner Umgebung genügend verschieden diaphan ist, um einen unzweideutigen Schatten auf dem Leuchtschirm bei verschiedener Strahlenrichtung entstehen zu lassen. An der Kreuzung solcher Strahlenrichtungen liegt dann jedesmal der gesuchte Punkt.

Zur Erzielung von verschieden gerichteten Projectionen sind entweder Bewegungen des untersuchten Körpertheiles oder Verrückungen der Röntgenröhre nothwendig. Obwohl erstere, namentlich bei den distalen Theilen der Extremitäten, und auch Körperdrehungen von intelligenten Individuen präcis ausgeführt werden, so sind solche Apparate im allgemeinen vortheilhaft, bei deren Anwendung das untersuchte Körpertheil ruhig bleibt, während die Röntgenröhre gleichmässig und sanft hin und her bewegt wird, und zwar je nach dem vorliegenden Zweck, in einer bestimmten Querrichtung oder im beliebigen Umkreise.

Verschiedene derartige Apparate, die zum Theil auch der pag. 534 beschriebenen Anfertigung von Pausen dienen, sind nach Angaben von *Grunmach, Moritz* und *Levy-Dorn* hergestellt worden. Sie lassen sich zum Theil sowohl bei aufrechter Körperstellung, namentlich für die Untersuchung des Thorax, als auch bei wagerechter Lage benutzen.

Je rascher und bestimmter, mit oder ohne Apparat, der Wechsel in der Projectionsrichtung ist, desto bestimmter der erhaltene Aufschluss und desto ununterbrochener die unmittelbaren Vergleiche.

Erst nach dieser Orientirung markirt man bei 2 oder 3 als geeignet gefundenen Projectionen die Treffpunkte der Visirlinien der zu localisirenden Punkte, beziehungsweise Fremdkörper auf der Haut, beziehungsweise auf einer Pause oder auf beiden, und im ersteren Fall sowohl auf der distalen wie der proximalen Körperseite.

Zur Markirung der Projectionslinien eines Fremdkörpers oder eines inneren Organs auf die Haut eignen sich ausser Höllensteinstifte auch „Fettstifte“ von verschiedener Farbe, die in dickwandigen Metallhülsen eingeschlossen, auch dann einen deutlichen Schatten auf den Leuchtschirm werfen, wenn sie hinter umfangreichen Körpertheilen geführt werden. Für die Localisation von kleinen Fremdkörpern, wie Nadeln in der Hand, lassen sich Schreibfeder und Tinte mit Vortheil verwenden. Zur Vermeidung der Abwischung durch Feuchtigkeit kann man einen spritlöslichen Farbstoff in alkoholischer Lösung als Tinte benutzen.

Die Körpertheile, die sich bei nicht starken Individuen zur Localisation mittels der Durchleuchtung eignen, sind Gesicht, Hals, Thorax

und Extremitäten. Bei muskulösen und sonst starken Individuen sind die Schulter, der Abdomen, das Hüftgelenk und die oberen zwei Drittel des Femurs zur Durchleuchtung ungenügend diaphan.

Die Localisation am Thorax vollzieht sich vorzugsweise mittels zweier schrägen Projectionslinien und einer Sagittalprojection, da bei transversaler Durchleuchtung die Helligkeit des Leuchtschirms sich stark vermindert. Sonst hält man, wo möglich, an strengen transversalen nebst sagittalen Projectionsrichtungen fest.

Die Localisation mittels der Durchleuchtung gestaltet sich für die Vergegenwärtigung der Verhältnisse dann einfach, wenn die Richtungen der verschiedenen Projectionen in einem und demselben Niveau verlaufen, wie das im allgemeinen leicht zu bewerkstelligen ist.

Die Abweichung von den geläufigen topographischen Ansichten bei den Schrägprojectionen, namentlich am Thorax, sind so gross, dass sowohl Vorsicht als Uebung in der Deutung nöthig sind. Indessen bilden Durchleuchtungen in allen zweifelhaften Fällen das geeignetste Mittel, die zweckmässigsten Projectionen für die darauffolgenden Aufnahmen festzustellen, wo die Richtung dieser letzteren nicht schon durch allgemeine oder individuelle Momente bestimmt worden sind.

Ein leicht zu umgehendes Hindernis, namentlich bei der Feststellung der Lage von Fremdkörpern an Höhlengrenzen in der Nähe der Körperoberfläche, bildet der breite Rand an den üblichen Leuchtschirmen, wie z. B. bei der Bestimmung, ob eine Gewehrkugel ausserhalb der Pleura sitzt. Um diesem Uebelstand abzuhelfen, schneidet man einen Leuchtschirm in Streifen, oder lässt den Holzrand ringsum, eventuell auf einer Seite, bis auf einen schmalen Rest absägen. Im ersteren Fall darf der Schirm nicht neu bezogen sein, da er sich dann krümmt.

b) Die Localisation mittels Aufnahmen.

Die Localisation von Fremdkörpern, Knochentheilen und Organgrenzen in 2 von den 3 Raumdimensionen erfolgt mittels eines Blicks auf jedem Bild des röntgographirten Körpertheils, wo die festzustellenden und die Controlpunkte durch senkrechte Strahlen deutlich projicirt wurden. Dagegen ist in allen Fällen, wo die Projection eines gesuchten Punktes nicht eine annähernd senkrechte ist, eine zweite Aufnahme bei ausreichend verschiedener Projectionsrichtung ohneweiteres erforderlich.

Mittels 2 Aufnahmen und einiger Messungen lässt sich aber, insoweit die Projectionsrichtungen der beiden Aufnahmen in einer bekannten Ebene gelegen und die beiden Abstände der Röntgenröhre von den abzubildenden Punkten genügend grosse waren (z. B. 60—80 Cm.), eine einfache und genaue Construction anfertigen, welche die Lage des gesuchten Punktes in einer d r i t t e n, zu den beiden anderen senkrecht gerichteten A n s i c h t und somit der T i e f e n a c h klarlegt.

Aus der Construction gehen dann auch die Abstände des gesuchten Punktes von beiden Seiten des abgebildeten Körpertheils hervor.

Ist die gemeinsame Ebene, die durch die 2 Abbildungen des gesuchten Punktes und die beiden Stellungen des Brennpunkts der Röntgenröhre hindurchging, senkrecht zu der Platte gewesen, so gibt das Niveau dieser Ebene am Körpertheil das Niveau des gesuchten Punktes an. Lag hingegen der gesuchte Punkt in einer beträchtlich schrägen

Projectionsebene, wie aus den Bildern zu entnehmen ist, so kann man mittels einer weiteren, noch einfacheren Construction senkrecht zu der ersten die Entfernung des Niveaus des gesuchten Punktes von dem seiner Abbildungen genau bestimmen. Diese zweite Construction ist indessen selten nothwendig, wenn der Abstand der Röntgenröhre 75—80 Cm. beträgt.

An der Hand der Kenntnis der Richtung einer schrägen Projectionsebene im Körpertheil ist die Niveaubestimmung auch ohne Construction, namentlich nach Einzeichnung der Ebene am Körper mit einem Hautstift bei der Aufnahme leicht ausführbar, obwohl auch diese Bestimmung bei grösserem Abstand der Röntgenröhre durch die Geringfügigkeit der Schrägheit der Projectionsebene belanglos wird.

Auch für die Bestimmung der Tiefenlage, wie der lateralen Abstände des gesuchten Punktes im Körpertheil, ist die schräge Lage der gemeinsamen Ebene des gesuchten Punktes und seiner Abbildungen ohne Belang, insoweit der Abstand der Röntgenröhre ein hinreichender ist, und die schräge Ebene parallel zu allen Quermessungen steht.

Die nöthigen Messungen zur Localisation mittels einer zur Platte rechtwinkligen Construction werden an zwei Röntgogrammen vorgenommen, die hintereinander bei Verlegung der Röntgenröhre, quer zur Richtung der Platte gewonnen werden, und sind die folgenden:

A. Vor jeder Aufnahme.

1. Höhenabstand des Brennpunktes der Röntgenröhre von der Ebene der Platte.

2. Querabstand dieser Lothlinie vom nächsten Plattenrand und vom nächsten Rand des Objects.

B. Nach den Aufnahmen.

3. Abstand des abgebildeten Punktes vom Plattenrand.

Aus den Messungen nach Anweisung 2. und aus der Breite der Platte ergibt sich die Entfernung der beiden Stellungen des Brennpunkts der Röntgenröhre von einander.

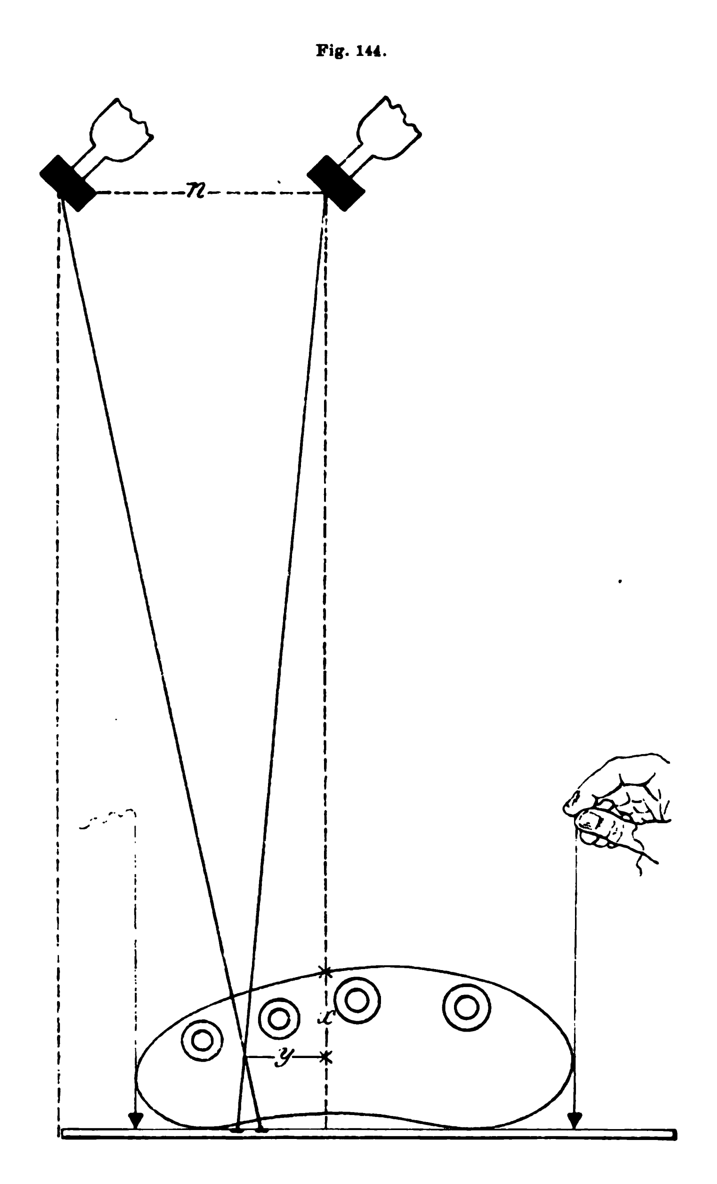
Zu einer Construction aller in Betracht kommenden Punkte auf der senkrechten Ebene durch die beiden Stellungen des Brennpunkts der Röntgenröhre lassen sich die erzielten Masswerthe in der Form von 2 rechtwinkligen Dreiecken principiell wie in Fig. 144, die einen Querschnitt der Mittelhand veranschaulicht, verwenden, und zwar stellen deren obere Spitzen, die beiden Lagen des Brennpunkts, die senkrechten Schenkel die Lothlinien der Brennpunkte, die auf der gemeinsamen Grundlinie beiderseitig liegenden Spitzen die Abbildungspunkte des Fremdkörpers und die Kreuzung der Hypotenusen die Lage desselben im aufgenommenen Körpertheil dar, und zwar nach 2 Dimensionen, d. h. im Tiefen- und im seitlichen Abstand.

Auf ein Stück weisses Papier z. B., welches bei der Aufnahme auf der Cassette in der Grösse derselben aufliegt, zeichnet man zunächst durch Lothlinien die 2 seitlichen Grenzpunkte des Körpertheils, die in der gemeinsamen senkrechten Ebene der beiden Stellungen des Brennpunktes der Röntgenröhre liegen, ein, um sodann die weiteren

Masse auf dem Papier zu notiren. Auf demselben Blatt Papier kann in der Mehrzahl der Fälle auch die nachfolgende Construction ausgeführt werden.

Der Höhenabstand der Röntgenröhre von der Platte bei beiden

Fig. 144.



Aufnahmen kann ungleich genommen werden. Es wird die Construction dann beiderseitig ungleich hoch.

Die vorzunehmenden Messungen werden um Bedeutendes vereinfacht, wenn bei beiden Aufnahmen Object und Platte genau an derselben Stelle ruhen, wie hier durchweg angenommen.

Diese Massregel ist auch deshalb nicht unwichtig, weil jede Bewegung des Objects die Orientirung zur Platte verändern kann und ferner weil die Möglichkeit von Mess- und Rechenfehlern mit der Anzahl aller vorzunehmenden Messungen zunimmt.

Zur Construction werden die Masswerthe, die durch die Vor- und Nachmessungen gewonnen worden sind, sammt der Plattenbreite auf die Papierfläche oder auf ein grösseres mitgeheftetes Stück Papier aufgetragen, und zwar an der Grundlinie zwischen den oben genannten Grenzpunkten des Körpertheils und von derselben aus und sodann der Kreuzungspunkt der Hypotenusen der beiden Dreiecke als der gesuchte Punkt bestimmt.

Messungen an der Zeichnung ergeben nun den Abstand des Fremdkörpers von der Platte, beziehungsweise von der Oberfläche des Körpertheils (in Fig. 144 = X), wenn die Höhe desselben bei der Aufnahme jetzt eingetragen wird, wie auch die seitlichen Abstände von den Grenzen des Körpertheils, beziehungsweise von einer Lothlinie des Brennpunkts (in Fig. 144 = Y).

Diese Bestimmungsmethode der Lage eines Fremdkörpers, Tiefe und dem Seitenabstand, wie auf dem senkrechten Querschnitt in der Ebene der beiden Stellungen des Brennpunkts der Röntgenröhre, gilt auch für einen jeden auf beiden Aufnahmen erkennbaren Punkt des Objects.

Werden 3 verschiedene Projectionen aufgenommen, so hat man die Möglichkeit einer doppelten Controle der Lagebestimmung, da die Bestimmung dreimal je an der Hand eines anderen Bilderpaares ausgeführt werden kann. Eine solche dreifache Lagebestimmung dürfte alle Fehler ausschliessen, die durch Undeutlichkeit in einem der Röntgogramme zufällig entstehen können.

Die Genauigkeit der Tiefenbestimmung nimmt mit dem Abstand der beiden Stellungen der Röntgenröhre voneinander, diejenige der seitlichen Abstände mit der Annäherung der einen wie beiden Stellungen zu dem Verticalen durch den Fremdkörper zu.

Wenn die gemeinsame Ebene des Brennpunkts und der Abbildungen des Fremdkörpers bezw. Knochens nicht senkrecht, sondern schräg ausfällt, so ist der Unterschied bei obiger Methode principiell Null und nur dort in geringem Betrag vorhanden, wo infolge einer Rundung im Object nicht ein und derselbe Punkt erkenntlich abgebildet wird.

Der verticale Höhenabstand der Röntgenröhre kann bei dünnen Körpertheilen bis zu 50 Cm. vermindert werden. Wird die Röntgenröhre so weit seitlich gestellt, dass eine Linie von derselben aus, die um einen halben Rechtwinkel zum Wagerechten geneigt ist, das Object im Körpertheil trifft, so wird dieses auch 50 Cm. von der Lothlinie des Brennpunkts der Röntgenröhre entfernt abgebildet. Darüber hinaus muss die Platte offenbar hinwegreichen, wohin die seitlichen Grenzen des Körpertheils auch fallen mögen.

Die Häufigkeit eines Fremdkörpers in der Hand und die Bedeutung dieses Organs erfordert eine Genauigkeit der Localisation, wie sie nur am Auge und Gesicht grösser sein muss. Die Localisation aller Gebilde in der Hand wird begünstigt durch die flache Form derselben und die Reichhaltigkeit an markanten Bildpunkten. Bei der kleinen Ausdehnung der Hand und infolge der erwähnten Momente tritt die

weitere Begünstigung hinzu, dass die gemeinsame Ebene der beiden Projectionsrichtungen mit grosser Annäherung schon im voraus senkrecht genommen werden kann.

Wenn bei einem der Bilder die Projectionslinie durch einen Punkt annähernd senkrecht ist, wie das bei grosser Entfernung der Röntgenröhre zutreffen muss, so ist der Punkt auf diesem Bilde schon nach zwei Dimensionen localisirt. Die Tiefenbestimmung erfolgt sodann durch Construction mittels einer weiteren Aufnahme in schräger Richtung bei bedeutendem Winkelunterschied. Werden beide Aufnahmen schräg zu einander aufgenommen, so findet das mit Vortheil bei gleicher Abneigung vom Senkrechten statt. Indessen ist in allen Fällen, wo ein Punkt, ob einmal oder zweimal, schräg abgebildet wird, eine Construction zur Bestimmung von ein, zwei oder drei der Dimensionen nothwendig. Bei der Construction trägt man auf den mit der Grundlinie der senkrechten Projectionsebene versehenen Notizpapier, oder falls eine der Aufnahmen eines gesuchten Punktes eine senkrechte ist, einfacher noch auf diesem Bild selbst, und zwar nach Massgabe der bei den Aufnahmen notirten Abstände, den auf der schrägen Aufnahme abgebildeten Punkt ein, beispielsweise schon auf dem Glasbild.

Hat man dann ein Metalldreieck, dessen einer Winkel mit dem bei den Aufnahmen benutzten Winkelunterschied der Projectionsrichtungen übereinstimmt, so findet man sofort mittels dieses Winkels den Treffpunkt der 2 Projectionslinien auf der Zeichnung. Hierzu schiebt man die Spitze des Dreiecks zwischen den beiden abgebildeten Punkten, bis die Ränder bei Uebereinstimmung mit den beiden Projectionsrichtungen über den beiden Punkten liegen, und zeichnet die Lage der Spitze des Dreiecks ein.

Die senkrechte Entfernung dieses Punktes von der Grundlinie ist nun gleich dem Höhenabstand des gesuchten Punktes von der Platte und dieser Betrag von der ganzen Höhe des aufgenommenen Körpertheils subtrahirt, ergibt die gesuchte Tiefe. Hiermit ist die Construction und die Localisation in diesem vereinfachten Fall erledigt.

Ist der Winkelunterschied zwischen den beiden Stellungen des Brennpunktes der Röntgenröhre nicht gleich dem der vorhandenen Dreiecke, so fertigt man eine grössere Construction in der weiter oben angegebenen Weise an. Die Spitzen der Dreiecke, welche die Stellungen des Brennpunkts darstellen, können hierbei beliebig das Papier überragen, wenn das Papier an einen Tisch oder Zeichenbrett angeheftet wird.

Da nun die Hand, zumal eine fette, bei verschieden starkem Auflegen auf eine Tischfläche den Höhenabstand ihrer Knochen bis zu mehreren Millimetern verändern kann, so empfiehlt es sich bei den Aufnahmen, mittels eines senkrechten Massstabs und eines rechtwinklig dazu gehaltenen Lineals den Abstand des Handrückens am 3. Metacarpus von der Platte, und zwar in der gemeinsamen Projectionsebene zu bestimmen, um die Tiefe von diesem festen Punkt aus zu erhalten.

Handelt es sich bei den Aufnahmen um metallische Körper, so soll die Platte so lange exponirt werden, bis die potentielle Stärke der Schatten der Knochen und demzufolge (nach der Herstellung des sichtbaren Bildes) auch die thatsächliche Knochenschattenstärke, geringer wird als die Schattenstärke des Metalls. Ist der Fremdkörper dagegen

ein kleiner Glassplitter, so sind weichere Strahlen zu dessen genauer Abbildung als beim Metall erforderlich. Da der Schatten des Fremdkörpers durch den der Knochen verdeckt sein kann, empfiehlt es sich, sogleich 3 Ansichten bei verschiedener Strahlenrichtung aufzunehmen.

Bei der Vornahme eines Einschnitts in das Gewebe zur Entfernung eines Fremdkörpers darf dem Operateur nur eine senkrechte Aufnahme und die Construction der Tiefenlage vorliegen. Fehlt die letztere, so schiebt man den Eingriff mit Vortheil in allen Fällen hinaus, wo ein nur kleiner Fremdkörper angenommen wird, bis die Construction vorhanden ist, während der Körpertheil mit einem Schienenverband versehen wird, um Verlagerungen des Fremdkörpers zu verhindern.

Die Bestimmung der Lage von Fremdkörpern in umfangreicheren Körpertheilen findet im allgemeinen ebenso wie bei der Hand statt. Nach der Feststellung von neu eingedrungenen Fremdkörpern in den Abdomen ist es geboten, auch bei Körperruhe möglichst wenig Zeit zwischen Aufnahme und Operation verstreichen zu lassen, da die Fortbewegung des Fremdkörpers durch die Peristaltik in Frage kommt.

Bei den Aufnahmen zur Localisation von Fremdkörpern in abdomine ist noch mehr als bei Thoraxaufnahmen ein Ausschluss der Athembewegungen vortheilhaft oder nothwendig. Zuweilen kann man bei der localen Anwendung einer Compression aber in schwierigeren Fällen schwerlich ohne eine summirte Aufnahme in einer Athemphase bezw. in den Athempausen ein deutliches Bild eines kleinen Fremdkörpers erlangen.

Bei der Massabnahme vor der Aufnahme grösserer Körpertheile kommen Loth und grosse Dreiecke noch mehr als bei der Hand zur Geltung. Das zwischen Körpertheil und Cassette liegende Papier kann von der Grösse der Cassette sein, die Stellung der Cassette auf ihrer Unterlage bei der ersten Aufnahme mit Kreide auf dem Aufnahmetisch oder mit Bleistift auf einer Papierunterlage markirt werden. Das obere Papier klebt während des Wechselns der Cassette zweckgemäss auf dem Körpertheil mittels wenig Feuchtigkeit. Eine einfache und besonders empfehlenswerthe Vorkehrung, namentlich bei schwer beweglichen Körpertheilen, ist, diese letzteren auf einem Wechselkasten für die Cassette oder auf einem Brett ruhen zu lassen, das wiederum auf zwei Leisten ruht, die umsoviel dicker als die Cassette sind, dass diese nicht infolge von Durchbiegung des oberen Brettes festgeklemmt wird. Das obere Brett kann aus Erlenholz von 2—$2^{3}/_{4}$ Cm. Dicke bestehen. Unterhalb desselben lässt sich die Cassette seitlich hervorholen und ersetzen, wozu ein reichlich grosser Griff am Ende derselben eine Bequemlichkeit bietet. Für besonders starke Individuen empfiehlt sich ein Wechselkasten mit Schiebekeil. Wie bei Aufnahmen der Hand soll auch bei denen anderer Körpertheile der Abstand der Platte von äusserlich zugänglichen festen Punkten, wie z. B. vom Brustbein, bei der Aufnahme gemessen werden.

Die genaue Bestimmung der Tiefenlage anatomischer Punkte leidet darunter, dass schon die Schatten von Knochengewebe an Intensität weit hinter denjenigen von schweren Fremdkörpern zurückbleiben, und ferner daran, dass die Gebilde an den zu bestimmenden Punkten oft rund-

lich nicht eckig sind. Handelt es sich um Bestimmungen über die Grenzen von Hohlorganen, Canälen und Fisteln, in welchen indifferente Substanzen, wie Luft oder Sauerstoff, Wismuthsubnitrat, Jodoform, Eisencarbonatsaccharat oder Metalle, wie Quecksilber (z. B. in einem Gummimantel, *Wegele*), Gold, Silber oder Eisen (z. B. Ferr. red.) eingeführt werden können, so werden bei nicht zu kleinem Unterschied bezüglich Dicke wie Dichte zwischen Fremdkörper und ausstaffirtem Körpertheil überaus günstige Bedingungen herbeigeführt.

Die Localisation von Fremdkörpern im Kopf, wie z. B. einer Kugel im Gehirn, an den grossen Ganglien u. a. m. hat mit der grossen Knochenmasse und mit der Schädelform zu rechnen. Ausser als eine Sagittal- nebst Transversalaufnahme eignen sich zwei Schrägaufnahmen und eine genaue Transversalaufnahme bei grossem Abstand der Röntgenröhre. Für die Schrägaufnahmen ist eine Abweichung von je 30° zu beiden Seiten der streng transversalen Richtung völlig ausreichend. Zwischen den Aufnahmen muss der Kopf unverrückt bleiben. Zur Einzeichnung der Länge des sagittalen Durchmessers des Kopfes auf dem Notizpapier benutze man ein rechtwinkeliges Dreieck, welches gegen Kopf und Cassette gehalten wird

2. Die Aufnahmen der Körpertheile, deren Verfahren, Ziele und Ergebnisse.

Die röntgographischen Aufnahmen der verschiedenen, mehr oder weniger abbildungsfähigen Körpertheile nehmen zum Vorbild im allgemeinen die geläufigen Ansichten der beschreibenden und der topographischen Anatomie. Die Abweichungen von diesen Projectionen, welche zum Zwecke der Diagnostik vorgenommen werden, sind hauptsächlich durch pathologische Momente, doch auch durch röntgographische Umstände, theils diaktinischer, theils methodologischer Natur bedingt.

Unter den Abweichungen von den üblichen topographischen Projectionen nehmen Schrägaufnahmen der Rumpftheile die erste Stelle ein, und zwar zunächst für die Localisation, sodann hauptsächlich infolge des durch Sagittalaufnahmen oft ungenügend gewährten Aufschlusses über die Lage, Form, Grösse und Richtung der Aorta und des Collum ossis femoris. Ferner zeigen sich die Schrägaufnahmen des Unterarms und des Ellenbogens von aussen, sowohl betreffs der Darstellung der Knochen in ihrer Ruhelage, wie auch anatomisch-röntgographisch überlegen.

Da nun Schrägansichten bei jedem beliebigen Winkel aufgenommen werden können, ist auch ihre Anpassungsfähigkeit eine grosse. Indessen empfiehlt es sich aus verschiedenen Gründen, gewisse Normen einzuhalten, wie die von 15°, 30° und 60° Abweichung vom Sagittalen. Diese verschiedenen Winkel lassen sich mittels grosser Dreiecke aus Pappe bewerkstelligen oder bei Innehaltung eines Abstandes des Brennpunktes der Röntgenröhre bis zur Platte von 57 Cm. einfach durch Messung mit einem Centimetermass, da an der Peripherie eines Kreises von 57 Cm. Radius 1 Cm. fast gleich 1 Bogengrad ist.

Aufnahmepaare von symmetrisch projicirten Körpertheilen bilden ein hervorragendes Mittel zur diagnostischen und forensischen Controle.

Einen grossen Reichthum an Einzelheiten wie an Contrasten bieten Röntgogramme der Extremitäten, insbesondere der Gelenke. Von den kleineren Gelenken sind die seitlichen Ansichten besonders lehrreich. Die Transversalaufnahme des ganzen Fusses, die die Metatarsalknochen in schräger Stellung darstellt, gewinnt an Uebersichtlichkeit durch diese Ausdehnung der üblichen Ansicht der Fusswurzel.

Zur Kennzeichnung äusserlicher anatomischer Merkmale, welche nicht auf dem Röntgogramm abgebildet werden, lassen sich am besten dicke Metallringe verwenden, doch sind solche Marken selten nothwendig ausser am Processus xiphoideus. Die Abbildung der Marke an dieser Stelle ergibt nicht nur einen sonst fehlenden absoluten Messpunkt für die Herz- und Zwerchfellgrenzen, und zwar am Bilde der Wirbelsäule, sondern dient auch dazu, ein sicheres Zeichen abzugeben, ob die Projection genau sagittal verlief, oder falls das von vornherein gesichert ist, ob eine messbare Asymmetrie des Brustkorbs besteht.

Die Berücksichtigung der einfacheren Aufnahmeverfahren, sowie deren Ziele und Hauptergebnisse findet im Folgenden in der Reihenfolge vom Kopf bis zum Fuss statt.

Kopf: Abgesehen vom Gesicht werden Aufnahmen des Kopfes fast nur zur Feststellung von Fremdkörpern vorgenommen. Infolge seiner Labilität am Halse wie seiner runden Form erfordert der Kopf besondere Aufmerksamkeit und Fixation bei der Aufnahme.

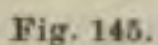
Die verschieden gerichteten Projectionen sind leichter ausführbar bei sitzender als bei liegender Körperstellung, wie das auch angenehmer für den Untersuchten ist. Die dem nachfolgenden wie dem vorangehenden Text beigegebenen Figuren erläutern ohneweiteres die Anwendungsweisen eines einfachen und völlig ausreichenden Contentivapparats in der Form eines Aufnahmestuhls mit entfernbarer und verstellbarer Lehne, auf der verstellbare Zusatztheile eingestellt werden, welche Ruhepunkte für das Kinn, das Hinterhaupt, beziehungsweise Stirn und die Schläfe abgeben.

Im allgemeinen wird zunächst eine Transversalaufnahme angefertigt, bei der in Rücksicht auf den Vergleich mit einer eventuellen Sagittalprojection der Schädel mittels Korkstücke parallel zur Platte gestellt wird. Um dabei die Einstellung nicht durch die häufige Kopfasymmetrie stören zu lassen, hält man ein Dreieck gegen die Cassette vor die Augen. Für den Untersuchten bequem und für die Bildschärfe der Aufnahme vortheilhaft ist die sitzende Körperstellung, denn die Seitenstellung beim Liegen auf einem Tisch führt leicht zu kleinen Kopfbewegungen. Bei der sagittalen Projection lässt sich eine sonst leicht stattfindende Drehung des Kopfes in der Weise ausschalten, dass das Vorder- beziehungsweise Hinterhaupt zu beiden Seiten gegen ein schräges Korkstück an einer vor der Cassette festgeklemmten Querlatte presst, wie in Fig. 145 abgebildet. Sollen statt des Schädels die Knochen des Gesichts im Umriss gut abgebildet werden, so ist die Aufnahme, wie in Fig. 142, pag. 541 gezeigt, vorzuziehen. Kinder lässt man zum Stillhalten des Kopfes ein Stück dicke Pappe zwischen den Zähnen festhalten, welche aussen befestigt ist.

Die Exposition bei sagittaler Projection dauert dreimal länger als diejenige für die Seitenansicht des Kopfes. Bei Theilaufnahmen des

Kopfes sind Bleiblenden vortheilhaft, die einen Durchmesser von etwa 10 Cm. Lichtweite besitzen.

Gesicht. Die Seitenansicht der Gesichtsknochen ist an Deutlichkeit derjenigen der sagittalen Projection weit überlegen, da das Bild infolge der grösseren Strahlenzerstreuung im Gehirn bei dieser letzteren sehr verwischt wird. Die vielen Höhlen des Vorderschädels geben bei genauer transversaler Richtung der Strahlen ein inhaltreiches Bild der inneren Formen der zusammenstossenden Knochen. Um dabei eine bedeutend grössere Abbildung der einen als der anderen Gesichtshälfte zu vermeiden, bedarf die Projection eines Abstands der Röntgenröhre von nicht unter 80 Cm. Sucht man dagegen einen Fremdkörper, der sicherlich in der einen Gesichtshälfte zumal sehr seitlich liegt, so kann man die Projectionsstrecke und damit die Expositionsdauer abkürzen und zwar diese im Verhältnis wie das Quadrat jener.


Fig. 145.



Auge. Die Aufnahmen zur Feststellung von Fremdkörpern in der Orbita sind vorzugsweise transversale und verticale.

Die sagittale Projection der Orbita ist im allgemeinen aus mehrfachen Gründen eine unbefriedigende bezüglich der Bildschärfe. Die Fremdkörper, welche tief im Bulbus sitzen oder durch denselben hindurch dringen, sind meist spitz und schlank und kommen sagittal gerichtet zur Ruhe. Sie bieten also der Sagittalprojection im concreten Fall einen voraussichtlich nur kleinen Querschnitt und geben eben deshalb einen Schatten, der um so leichter durch die Strahlenzerstreuung verwischt wird oder nicht mit Sicherheit zu erkennen ist.

Richtet man dagegen die Röntgenstrahlen durch die Orbita nach der Mundhöhle hin, so erhält man ein auf einer zwischen Ober- und Unterkiefer gehaltenen Platte von 5—6,5 Cm. Breite ein sonst unerreichbar gleichmässiges Feld, auf dem auch die Schatten sehr kleiner Fremdkörper mit ausserordentlicher Sicherheit erkannt und localisirt werden können. Die äusseren Bedingungen der Aufnahme sind auch überaus günstig. Die durchstrahlte Strecke bis zum Bulbus oculi ist bedeutend kürzer und gleichmässiger als bei der sagittalen Projection. Vom Bulbus bis zur Platte sind nur zarte oder spongiöse Knochen im Wege. Die Schädeldecke wird nur einmal durchstrahlt. Die Festhaltung der Platte bei der Aufnahme ist die bestmögliche. Ferner kann man die *Grootman*'sche Bewegungsprobe, zwischen zwei transversalen

Aufnahmen dem Blick eine andere Richtung nach oben oder nach unten zu geben, mit Vortheil bei der Verticalprojection verwenden, um festzustellen, ob sich der Fremdkörper mit dem Bulbus bewegt, da bei dieser die kräftigen Mm. internus und externus zum Wechsel der Blickrichtung benutzt werden, das eine vermehrte Wahrscheinlichkeit des Stillhaltens des Bulbus während der Aufnahme herbeiführt.

Zur Vornahme der Projection etwaiger Fremdkörper aus einer zwischen den Zähnen gehaltenen Platte wird diese zunächst in eine Lage Paraffinpapier von derselben Breite wie die der Platte gelegt und dann in eine etwa $^1/_2$ Mm. dicke Gummiplatte oder in eine Gummitasche eingeschlossen.

Vermittelst Constructionen, die sich aus den geometrischen Verhältnissen der beiden Arten Aufnahmen ergeben haben, erfolgt ohne Rechnung die genaue Bestimmung des Sitzes des Fremdkörpers bezüglich des Bulbus, wie schon oben bei der Besprechung der „Localisation im Auge und Gesicht“ ausführlich beschrieben und in Fig. 143, pag. 544 abgebildet wurde.

Oberkieferhöhlen. Zum Vergleich der beiden Oberkieferhöhlen im Röntgenbilde mit Rücksicht auf die Feststellung eines Empyems, beziehungsweise einer Füllung mit Flüssigkeit statt Luft, ist eine Aufnahme auf einer in der Mundhöhle gehaltenen Platte vorzüglich geeignet. Die Strahlenrichtung bei derselben braucht nicht vertical zu sein, soll aber symmetrisch zur Körpermittelebene gehalten werden. Ist das eine Antrum beträchtlich angefüllt, so wird es seine Umrisse nur undeutlich zeigen und einen tieferen Schatten als auf der gesunden Seite werfen.

Indessen bei der Beurtheilung des Bildes ist es im Auge zu behalten, dass Individuen mit schiefem Gesicht auch keine ganz symmetrisch tiefen Schatten im Bilde aufweisen. Im ganzen Schädel ist auch kein Knochen grösseren Umfangs, der gleichbedeutende Verschiedenheiten in Form und Grösse aufweist wie die Maxilla.

Zähne. Da die Zähne pro Cubikmillimeter bedeutend mehr Kalk und Phosphor enthalten als das spongiöse Knochengewebe des Processus alveolaris, so werfen sie einen weit stärkeren Schatten. Indem nun andererseits die Krankheiten der Zähne, sowohl die chronischen, namentlich die Caries der Zahnkronen, als auch die acuten, namentlich die Caries der Zahnwurzelspitze, einen Verlust an fester Substanz bedeuten, so lässt sich das am Röntgenbild leicht nachweisen.

Ausser diesen Verticalprojectionen lassen sich auch Queraufnahmen von nebeneinander liegenden Zähnen anfertigen. Hierzu eignen sich klein geschnittene Bromsilbergelatine-Celluloidfilms von genügender Dicke, die, in Gummi eingewickelt, zwischen der Zunge und den betreffenden Zähnen gehalten werden. Die erzielten Bilder sind sehr deutlich und zeigen bei genügend langer Bestrahlung die feinsten Einzelheiten von Plomben wie auch Höhlungen. Noch im Kiefer verborgene Zahnkerne werden ebenfalls in ihrer Lage bezüglich der umliegenden Zähne dargestellt.

Unterkiefer. Bei Röntgenaufnahmen des Unterkiefers handelt es sich fast immer um Brüche.

Da dieselben häufiger an den seitlichen Theilen des Knochens vorkommen, so lassen sich ausreichende Bilder in der Weise herstellen,

dass bei hinten unterstütztem Kopf die Zähne des Oberkiefers auf das dünne Ende eines vor dem Kopf befestigten dicken Papp-, beziehungsweise Holzstreifens ruhen, während die in Gummi eingewickelte Platte vermittels einer Kopfbinde gegen den Knochen gepresst gehalten wird. Die Projection kann auch eine schrägverticale sein.

Pharynx und Halswirbel. Mit grosser Deutlichkeit lassen sich die oberen Halswirbel von der Seite her, die unteren mit der Platte am Nacken abbilden. In beiden Fällen muss der Kopf bequem und fest unterstützt sein, bei der Seitenansicht genügt ein schweres Stativ mit einer Tischplatte, die bis zur Schulterhöhe gebracht, einen beschwerten Holzklotz trägt, an dem auf der einen Seite eine Platte sammt der einschliessenden, wenig breiteren Gummitasche mittels einer Binde befestigt ist, während der Untersuchte auf einem Stuhl Platz nimmt mit dem Kinn auf einem niedrigeren Holzklotz gestützt. Der untere Rand der Platte sammt Klotz drückt gegen den M. cucullaris, der obere gegen den Processus mastoideus. Symmetrische Frontalansichten des Halses zeigen in der Mittellinie einen hellen Streifen, der von dem Wirbelcanal und der Trachea herrührt.

Larynx und Sinus pyriformis. Das Seitenbild der Luft- und Speisewege am Halse wird mit deutlichen Umrissen zur Feststellung und Localisation von kleineren Fremdkörpern bei Anwendung einer kleinen Bleiblende gewonnen, die namentlich die Nackenmusculatur von der Bestrahlung ausschliesst.

Oesophagus. Zur Feststellung der Lage und Ausdehnung von Oesophagusdivertikeln werden sie mit einem schattenwerfenden Brei gefüllt. Als Masse kann Bismuth. subnitr. oder auch Ferri carb. sacch., welches leichter fortgeschafft wird, benutzt werden. Für die Aufnahme kommen sowohl Schräg- als auch Sagittalaufnahmen in Frage. Ist der Divertikel mit Wismuth angefüllt, so kann man sich mit Vortheil für den Schatten der Füllmasse einer längeren Exposition bedienen.

Thoraxkuppe und Lungenspitzen. Die Weite der oberen Thoraxapertur und die Standhöhe des Jugulums bilden sich getreu und deutlich auf einer dorsal gestellten Platte ab, wenn die projicirenden Strahlen das obere Ende des Manubriums senkrecht zur Körperachse treffen. Eine Marke zwischen den Enden der Claviculae ist unnöthig. Die von *Freund* hervorgehobenen pathogenetisch bedeutsamen Verhältnisse am Knorpel der ersten Rippe und am Claviculosternalgelenk sind infolge der Lage und Richtung des letzteren am besten bei schräger Strahlenrichtung von hinten und oben nach vorn und unten darzustellen.

Bei beiden Projectionen kommen die Lungenspitzen klar zum Vorschein, wenn während der Aufnahme der Kopf fest gestützt wird. Ganz besonders scharf und inhaltsreich werden die Bilder in Fällen, wo eine Abmagerung am Schultergürtel platzgegriffen hat. Wird die Platte gegen die Clavicula gepresst und dem Kinn eine Ruhefläche geboten (s. Fig. 146, pag. 558), so werden Verdichtungen, beziehungsweise Cavernen am besten abgebildet.

Eine besondere Ruhe des oberen Thorax wird erzielt, wenn durch je einen Sandsack an einem Ellenbogen der Schultergürtel über das Normale hinaus beschwert wird.

Die häufigste Veranlassung zur Aufnahme der Thoraxkuppe bildet die Darstellung etwa vorhandener Verdichtungsherde und des phthisischen Habitus dieser Körpergegend. Das Hauptmerkmal phthisischer Herde ist ihre Zerstreutheit, unregelmässige Form und Grösse und die verwaschenen Ränder ihrer Schatten. Eine leere Caverne von Kirschgrösse kann unter Umständen auf dem Röntgogramm zur Abbildung gelangen, wenn sich dieselbe in der Nähe der Platte befindet, indessen auch dann wohl nur, wenn das Verhältnis der verdichteten zu den lufthaltigen Theilen in der ganzen Strahlenbahn recht günstig ist. Hauptsächlich die Form einer hellen Figur auf dem Bilde lässt eine Caverne vermuthen oder annehmen. Bestärkt wird die Annahme, wenn z. B. unterhalb der Figur eine Senkungsverdichtung beobachtet wird. Im grossen Ganzen bleiben auch bei der Röntgenuntersuchung wohl viele Cavernen ansehnlicher Grösse unaufgedeckt.

Fig. 146.



Am Bilde des normal projicirten Thorax, d. h. senkrecht durch den Processus xiphoideus, ist die Gestalt der oberen Hälfte sammt dem Verlauf der Rippen eine verschiedene, je nachdem die Projection ventrodorsal oder dorsoventral erfolgt. Bei der üblicheren und im allgemeinen werthvolleren dorsoventralen Ansicht ist die Kuppel des Thorax mehr rundlich und verlaufen die Rippen mehr schräg, auf der ventrodorsalen Ansicht dagegen ist die Thoraxkuppe mehr spitz und der Verlauf der Rippen mehr quer, wie das beides aus der rückwärtigen Lage der Transversaldurchmesser, namentlich der mittleren Rippenovale, erklärlich ist.

Schrägprojectionen der Thoraxkuppe sind besonders lehrreich, namentlich in der Richtung hinten links bis rechts vorn, da alsdann der Aortenbogen deutlicher zum Vorschein kommt, der neben dem Herzen unter allen lebenswichtigen Körpertheilen gesunder Menschen die bedeutendsten Grössenunterschiede aufweist. Ursächliche Momente functioneller Natur besitzen hier eine grosse Tragweite. Die Kenntnis der Formen des Aortenbogens bei unzweifelhaft Gesunden ist die unerlässliche Vorbedingung zur Diagnose kleinerer Aneurysmen.

T h o r a x. Abgesehen von dem Inhalt des Brustkastens, bildet sein Gefüge deshalb ein bedeutendes Moment in der Diagnostik der Brustkrankheiten, da bei Lungenschrumpfung und bei Verwachsungen beider Pleurablätter locale Annäherungen der Rippen, bei Herzvergrösserungen und Pulmonum auctum die erweiterten Zwischenrippenräume mit einem Blick übersehen werden.

Der Anblick des ganzen Thoraxkegels im Röntgendiagramm nebst der Beobachtung des Schultergürtels mit blossem Auge gestattet eine rasche Schätzung der Physique des Untersuchten.

Brustwirbel. Zur Feststellung einer Skoliosis wird die photographische Platte unter den Rücken, der Brennpunkt der Röntgenröhre genau über Wirbelsäule oder Brustbein gebracht, die nicht immer übereinander gelagert sind. Die Exposition kann die doppelte Dauer der beim Thorax üblichen betragen.

Bei Kyphosis lässt sich der Zustand der Wirbelkörper am besten durch zwei Schrägaufnahmen bei 30° bis 40° Winkelunterschied der beiden Projectionen feststellen.

Brustbein. Das Brustbein lässt sich mit genügender Deutlichkeit abbilden, wenn man an der Wirbelsäule, seitlich vorbei, mit weichen Strahlen und verhältnismässig kurzem Röhrenabstand (z. B. 4 Dm.), um das Bild der hinteren Thoraxpartie zu verwischen, unter Benutzung von einschränkenden Bleiblenden projicirt.

Rippenknorpel. Bemerkenswerth auf dem Bilde des Thorax ist das Fehlen aller deutlichen Schatten normaler Rippenknorpel, und das umsomehr, da sie durch eine isolirte Lunge hindurch in prägnantester Weise abgebildet werden. Offenbar beruht die Ursache in dem ausserhalb des Brustkorbes gelegenen massigen Weichtheilen, welche erstens durch ihre Masse den Contrast im Bilde vermindern und zweitens durch die Strahlenzerstreuung, namentlich bei der Lage dieser Masse an der Peripherie, den Schatten verwischen.

Der Totalunterschied in den die Platte treffenden Energiemengen bleibt wohl unter dem zur Conturenbildung in der Photographie nöthigen Unterschied von etwa 3% zurück.

Die Feststellung einer Verkalkung der Rippenknorpel erfolgt leicht rechts bei einer geringen Schrägheit der Projection in der Richtung hinten links nach vorn rechts. Ist die Verkalkung hochgradig, so kann sich dieselbe auch links, durch das Herz hindurch, zeigen. Sind die Contouren der Knorpel im Bilde des Thorax überhaupt zu sehen, so ist Verkalkung vorhanden.

Thoraxinhalt. Zur Herstellung eines deutlichen Bildes erfordert der Inhalt des Brustkorbes eine kürzere Exposition als die Knochen, indessen da beide Gebilde eine Wechselwirkung sowohl structurell wie auch functionell aufweisen, wird ein mittleres Optimum erstrebt. Zusammen weisen dieselben weit grössere pathogenetische Veränderungen auf als sämmtliche andere Körpertheile.

Auf dem üblichen Thoraxbild ist eine Ueberexposition, welche Herz- und andere Gefässtheile verwischt, ein weit grösseres Uebel als das Fehlen der „Knorpellücken“ zwischen den einzelnen Wirbeln bei der Unterexposition. In gewissen Fällen jedoch ist die Feststellung der Höhe der Zwerchfellkuppen an den Wirbelkörpern nicht ohne Bedeutung, denn allein auf diesem Wege kann eine absolute Feststellung der Lage der Herzspitze ohne sonstige Marken am Bilde erfolgen. Ausser bei reichlich grossem Abstand der Röntgenröhre gilt die Projection einer Grenze der vorderen Brustwand oder der naheliegenden Organe nur für das Niveau des senkrecht zur Platte sich hinziehenden Hauptstrahles von der Röntgenröhre. Wenn nicht gewichtige Gründe für eine andere

Projection vorliegen, soll der Hauptstrahl durch den Processus xiphoideus durchgehen, auf den eine dicke Metallmarke, beispielsweise ein Messingring, liegt oder mittels Gummiheftpflaster aufgeklebt wird. Auf dem Bilde des lebenden Individuums befinden sich dann die Kuppen des Zwerchfells und das Herz, welche beide in der Leiche infolge des Fehlens des im Leben ständigen Gegenzugs des Diaphragmas hoch hinauf rücken, in normaler Lage. Wird statt durch das untere Brustbeinende durch die Mitte des Knochens projicirt, so verschwindet auf dem Bilde ein Theil des Herzens im Schatten der Leber.

Doppelaufnahmen des Thorax, die bei 10—15° Abweichung der Projectionsrichtung vom Sagittalen gemacht werden, sind stereoskopisch verwerthbar, und zwar gegenüber denen, die je bei einer Schrägheit von nur etwa 7° angefertigt werden, im Vortheil, da sie den Organen wie dem Brustkorb selbst eine erhöhte Körperlichkeit verleihen.

Die Aufnahmen müssen möglichst bei Athemstillstand erfolgen. Kann der Kranke in der Inspirationsstellung nicht so lange wie dazu nöthig verharren, so ist, um ein ausreichend exponirtes Bild zu erhalten, eine Vertheilung der Exposition auf automatischem Wege über eine Reihe nacheinanderfolgender Athemzüge nothwendig. Da nun solche Fälle häufig sind, so kann man dieses Verfahren der summirten Aufnahme in allen Fällen anwenden, wo eine scharfe Abbildung der Zwerchfellgrenze in beliebiger Athemstellung erwünscht ist. Hierzu ist der Rheotomapparat mit Contacthebel nebst „Relais" verwendbar, der in Fig. 140 abgebildet ist. Derselbe kann an einem beliebigen Ort neben dem Untersuchten aufgestellt und durch einen schwachen Strom betrieben werden, d. h. durch einen Contact bethätigt, der den Hauptstromkreis des Inductors mittels des Relais schliesst und somit die Erzeugung der Röntgenstrahlen auslöst. Durch eine grobe Einstellung wird die Pelotte des „Athmungsrheotoms" einer geeigneten, noch bekleideten Stelle des Thorax oder Abdomens und durch eine Feineinstellung mit Mikrometerschraube den Athembewegungen angepasst. Die Lage des Contacts ermöglicht es, nach Belieben entweder die Inspirationsstellung oder die Pausen, die bei Körperruhe bald am Ende der Exspiration stattfinden, zu benutzen. Wie im allgemeinen wünschenswerth, lässt sich ohneweiteres etwas von den Athembewegungen mit zur Abbildung bringen, indem man mittels der Feineinstellung soviel wie zweckentsprechend aus dem Umfang derselben mit einschliesst. Für die Uebersicht der localen Athembewegungen ist diese Anwendung des Verfahrens von hohem Werth. Die Stelle der grössten Athembewegungen am Brustkorb, die auch bei sitzender Körperstellung zur Anlegung der Pelotte unschwer zu gebrauchen ist, befindet sich normalerweise am Ende der 7. Rippe.

In der wagrechten Körperlage lässt sich die Bewegung der unteren Grenze des Epigastriums mit Vortheil verwenden.

Bronchien und Blutgefässe. Die zusammenlaufenden Bronchial- und Blutgefässe der Lungen geben sich als verzweigte Schatten zu erkennen und sind beiderseits bis zur halben Breite des Lungenfeldes und unten rechts noch weiter zu verfolgen. Sie prägen sich deshalb an dem Bilde des Thorax aus, da ihre Blut- und Knorpelmassen weit mehr Schatten werfen als das lufthaltige Lungengewebe.

Sind die Lungengefässe ungewöhnlich weit sichtbar, so können sie, ausser bei sehr abgemagerten Patienten, als krankhaft verdickt betrachtet werden. Zuweilen sind Ektasien als spindelförmige helle Streifen deutlich zu sehen. Das vollkommenste Röntgenbild der Bronchien, abgesehen von Momentaufnahmen, wird bei einem Individuum erzielt — das vollkommen ruhig sitzt und normal athmet, der Kopf auf einer festen Stütze ruhend (s. Fig. 146, pag. 558), die Hände ruhig ineinander gelegt — bei dem der Brustkasten nur in den Athempausen durchstrahlt wird.

Bronchialdrüsen. Längliche, bohnenförmige und auch runde Schatten an den Lungenwurzeln werden durch vergrösserte Lymphdrüsen verursacht und zeigen zuweilen dunkle, offenbar verkalkte Punkte.

Zwerchfell. Ausser bei Lungenhernia oder bei Gegenwart von Luft beziehungsweise Gas in der Peritonealhöhle erscheint nur ein Theil des Zwerchfells selbst im Röntgenbild, nämlich der der linken Zwerchfellkuppe sammt der Magenwand, und auch dann nur, wenn Gas im Ventriculus sich befindet.

Der Schatten verschwindet lateral bei Erwachsenen fast immer im Schatten der Milz und der umliegenden Rippen, und ferner auch medial zwischen Leber und Herz, ausser bei der Inspirationsstellung. Bei functionellem Tiefstand des Zwerchfells erscheint ein heller Streifen im Röntgenbild zwischen Zwerchfellkuppe und Herzen, nicht weil dieses den „Herzboden" verlässt, sondern weil die linke Lunge sich von hinten her etwas mehr dazwischen schiebt.

Rechts ist der Zwerchfellschatten mit dem der Leber eins. Bei kräftigen Individuen ist die Zwerchfellmitte durch die Crura diaphragmatis nach unten eingezogen, wie das häufig rechts zu sehen ist. Die jeweilige Kraft des Zwerchfellmuskels wird functionell durch die Standhöhe beziehungsweise Wölbung beim Anfang der Athembewegung und ferner durch seine passive Beweglichkeit bestimmt.

Wird eine Zwerchfellhälfte bei der Athmung wenig bewegt, dagegen beim Uebergang von der verticalen zur horizontalen Körperstellung beträchtlich verlagert, so spricht das für Muskelschwäche beziehungsweise Paralyse, weniger für Verwachsungen; bleibt die Zwerchfellgrenze durch beide unverrückt, so sind letztere wohl vorhanden.

Vermittelst einer Metallmarke am Processus xiphoideus lassen sich Verrückungen des Zwerchfells nachweisen. Das Brustbein ist bei Männern länger als bei Weibern, indessen bei jenen wie diesen unter sich fast ebenso verschieden.

Ausser dem Sternum ist die Scapula bei grossen Individuen oft auffallend klein und überhaupt an Grösse sehr verschieden. Manch schönes Thoraxbild einer „Nichtarbeitenden" ist auf eine kleine Scapula nebst geringer Musculatur zurückzuführen.

Bei gesunden Erwachsenen steht die rechte Zwerchfellkuppe oft um etwas mehr als eine Rippenbreite höher als die linke. Auf fast allen Röntgogrammen wie anatomischen Abbildungen des Thorax fand ich die vorderen Enden der Rippen beträchtlich weiter nach unten links als rechts gelegen.

Die Schwankungen in der normalen Standhöhe des Zwerchfells bei Lebenden sind zwar noch nicht festgestellt, aber bekanntlich um ein Beträchtliches weiter nach unten gelegen als in der (wagrechten)

Leiche, da während des ganzen extrauterinen Lebens auch bei den Exspirationspausen ein Tonus des Muskels besteht.

Indessen wird von *Toldt* und *Zuckerkandl* die linke Zwerchfellkuppe im 5. Zwischenrippenraum gefrorener Leichen abgebildet, wodurch eine behauptete Normalstellung bei Lebenden „im IV. Intercostalraum“ ausgeschlossen erscheint.

Bei 10 normalen männlichen Individuen im Alter von 8 bis 48 Jahren fand ich die Zwerchfellkuppen bei mittlerer Athemstellung wenig von der Mitte des 5. Zwischenrippenraums in der Mammillarlinie entfernt und nie über den Rand einer der beiden nächsten Rippen hinaus gelegen. Der Niveauunterschied zwischen wagerechter und aufrechter Körperstellung betrug bis zur ganzen Breite eines Zwischenrippenraums und nie viel weniger.

Der Niveauunterschied der beiden Kuppen des Zwerchfells schwankte bis zur Breite eines Zwischenrippenraums.

Einseitige Paralyse, fettige Gewebsänderung, Adhäsionen und Hemmungen des Innervationswechsels infolge von Schmerz u. dergl. m. geben sich auf dem üblichen Röntgenbild durch ungewöhnliche Schärfe der Zwerchfellgrenze und bei der Durchleuchtung durch Stillstand kund. Die Feststellung eines Unterschiedes in den Bewegungen der beiden Zwerchfellkuppen vollzieht sich bei der Durchleuchtung am besten mittels ausgiebiger Athmung. Eine Vergleichsmessung lässt sich leicht an zwei „summirten Aufnahmen“, die das Ende der Inspirationen beziehungsweise Exspirationen umfassen, oder auch an „Momentaufnahmen“ dieser Athemphasen ausführen.

Von Hydro- beziehungsweise Pneumothorax sind Aufnahmen bei aufrechter Körperstellung vortheilhaft und zeigen bei einfachem Pyopneumothorax eine wagerechte Obergrenze des Exsudats, während ohne Luft, solange die Flüssigkeitsmenge klein bleibt (nach den Ergebnissen meiner Thierversuche mit Cacaobutter), die Grenze dem Lungenrand entsprechen dürfte. Zwischen Serum, Eiter und Blut ist diactinisch keine Entscheidung zu treffen.

In Gegensatz zu tuberculösen, aktinomykotischen und syphilitischen Herden sitzen ausser Infarcten andere Geschwülste vorzugsweise am Lungenhilus.

Vena cava superior. Bei Doppelaufnahmen des Thorax in horizontaler und in verticaler Thoraxstellung zeigt sich unter günstigen Umständen, wie jugendlichem Alter, der Schatten der Vena cava superior seu descendens bei der wagerechten Körperstellung infolge der grösseren Füllung, während beim aufrechten Thorax infolge der ungehinderten Blutsenkung der Durchmesser des Gefässes sich verkleinert und somit das Schwinden des Schattens verursacht.

Rechter Vorhof. Bei der wagerechten Körperlage wölbt sich der rechte Vorhof weiter seitwärts hin als bei der aufrechten Körperstellung. Dieser Umstand entspricht dem Flacherwerden des Thorax und auch dem volleren Radialispuls, der durch den bei der wagerechten Körperlage erleichterten Rückfluss des Blutes zum Herzen bedingt wird.

Aorta ascendens. Oberhalb des Schattens des rechten Vorhofs zeigt sich bei mässigen Erweiterungen der Aorta beziehungsweise Verlagerungen des Herzens nach rechts ein dem Schatten des rechten

Vorhofs ähnlicher, sanft bogenförmiger Schatten, der durch Form und Lage seine Zugehörigkeit zur Aorta ascendens verräth.

Arcus aortae. Die Grösse des Aortenbogens ist bei verschiedenen Individuen sehr ungleich und steigt bis zu den „besten Lebensjahren“. Normalerweise ist dieselbe unter anderem von der Thätigkeit des Individuums abhängig. Es sprechen diese Momente mit bei der Beurtheilung einer Aortenerweiterung. Recht ausgeprägte locale Vergrösserungen des Aortenschattens, die im allgemeinen scharfe charakteristische Umrisse zeigen, erlauben oft, mit einem Blick auf das Röntgenbild die Diagnose Aneurysma zu stellen.

Symmetrische Erweiterungen des Gefässes benöthigen dagegen eine umsichtsvolle Erwägung aller objectiven Merkmale am Bilde gegenüber dem sonstigen Krankheitsbefund.

Mittels zweier Aufnahmen bei Inspirations- und bei Exspirationsstellung lässt sich entscheiden, ob der Aortenbogen sich mit der Athmung auf und nieder bewegt (wie das normalerweise bis zur Rippenbreite vorkommt), und somit im Mediastinum nicht fixirt ist (s. pag. 564).

Arteria pulmonalis et Auricula sinistra. Am Bilde der Thoraxorgane ist es je nach den Umständen nur mit mehr oder weniger Wahrscheinlichkeit zu entscheiden, ob der kleine Theil des Herzumrisses, der sich zwischen dem Aortenbogen und dem linken Ventrikel zeigt und oft oben und unten durch eine kleine Einkerbung erkennbar ist, allein der Art. pulmonalis oder auch dem linken Herzohr zuzuschreiben ist. In Fällen von Mitralstenose bringt die stärkere Ausbuchtung keine Entscheidung darüber, da bei diesem Klappenfehler sowohl die Arteria pulmonalis als auch das linke Herzohr überfüllt sind.

Bei der Projection des Thorax von vorn aus betheiligt sich an der betreffenden Contour bei geringeren Röhrenabständen als 60 Cm. mehr die Pulmonalis, bei der von hinten mehr das Herzohr. Beachtenswerth ist die Thatsache, dass das Herzohr während des Lebens innen unter positivem, aussen unter negativem Druck steht, daher prall gefüllt sein muss und nicht wie in der geöffneten Leiche nur ein unansehnlich läppiges Anhängsel bildet. Die Atrioventriculargrenze verschwindet beim Vorhandensein von viel Perikardialfett.

Rechter Ventrikel. Vom rechten Ventrikel ist zuweilen nicht sowohl die untere Herzgrenze am Zwerchfell als vielmehr die Kuppe des letzteren sichtbar, und zwar bei Aufnahmen in Inspirationsstellung, bei der sich die Lunge zwischen Herzbasis und Zwerchfell etwas hineinschieben kann. Da das Perikardium parietale vorn am Herzboden mit dem Zwerchfell fest verwachsen ist, wird eine gänzliche Abhebung des Herzens vom Zwerchfell ausser durch grosse Ergüsse nicht leicht möglich. Derselben Ursache ist es zuzuschreiben, dass das Herz die Athembewegungen des Zwerchfells mitmacht.

Linker Ventrikel. Der Aussenrand des linken Ventrikels ist im Röntgogramm ausser bei Aufregung oder bei ungewöhnlich kräftigen Individuen auffallend scharf.

Hiernach, wie auch in Uebereinstimmung mit neueren Forschungen über das „Schlagvolum“ des Herzens sind die Aenderungen im Querschnitt bei den Eigenbewegungen des Herzens nicht gross. Es ist auch zu berücksichtigen, dass eine Verrückung der Ventrikelgrenze bei der

Systole von 4 Mm. einem „Schlagvolum" von etwa 70 Ccm. entspricht. Bei überexponirten Thoraxbildern erscheint die linke Herzgrenze sehr unscharf mit einem verwaschenen Aussehen, das nicht von den Herzbewegungen, sondern von der Ueberexposition der Platte herrührt. Dasselbe ist im allgemeinen schon daran erkenntlich, dass das Herz seine charakteristische Form nicht mehr beibehält. Die Erscheinung lässt sich auf die Rundung des Ventrikelquerschnitts zurückführen, an dem die Röntgenstrahlen viel weniger Widerstand peripher als medial finden.

Die Lage und Richtung des Ventrikels, beim Vorhandensein u. a. keiner ausgedehnten Verwachsungen im Mediastinum, sind verschieden je nach dem Stand des Zwerchfells, ob durch die Athmung, oder bei dem Uebergang von der wagerechten zur aufrechten Körperstellung, oder umgekehrt durch die dabei stattfindende Senkung, beziehungsweise Hebung der Organe bewirkt. In beiden Fällen, wo Verwachsungen nicht hindern, stellt sich das Herz beim Hochstand des Zwerchfells mehr quer, dagegen beim Niedergang des Zwerchfells sammt dem Herzen zur Körpermittelebene weniger abgeneigt, namentlich bei jugendlichen Individuen. Das Moment, das diese Verschiedenheit bedingt, ist, dass die Aorta sich weniger als das Herz auf und nieder bewegen kann, und zwar sowohl bei der Athmung als bei der Niveau-Aenderung infolge des Uebergangs von der einen zu der anderen Körperstellung.

Bei dem Uebergang zur wagerechten Körperlage findet ferner eine Verbreiterung des Herzens statt. Einen Unterschied in der Herzbreite fand *F. H. Williams* bei 48 Männern und 31 Frauen von 4 Mm. (= über 50 Ccm.).

Die Vergrösserung der Herzbreite am Bilde lässt sich bei Projectionen von 80—100 Ccm. Abstand mathematisch falsch, doch praktisch hinreichend genau einfach durch den Bruchtheil, den der Abstand der Herzmitte von der Platte ausmacht, bestimmen.

Aorta descendens. Zur Darstellung des Bogens und des geraden Theils der Brustaorta bedarf es einer (z. B. 30°) schrägen Projection in der Richtung links hinten nach rechts vorn.

Magen. Nach einer Entwicklung von Gas im Magen bilden sich die Grenzen der Cardia im Röntgenbild ab. Kohlensäurehaltiges Wasser und Brausepulver stehen hier zur Verfügung und sind bei der Durchleuchtung wie bei Momentaufnahmen mit einigem Vortheil verwendbar.

Indessen ist bei Aufnahmen die Einführung von Luft oder Sauerstoff statt Kohlensäure deshalb vortheilhafter, da die Kohlensäure den Viscus zu Bewegungen und Aufstossen des Gases reizt. Der Stand der unteren Magengrenze lässt sich durch ein Gemisch von chemisch reinem Bismuth. subnitr. und aufgeweichtem Brot bei Durchleuchtungen wie Aufnahmen bestimmen, wobei das Brot den Uebergang des Pulvers in den Darm verhindert. 25 Grm. Bismuthpulver können ohne Schaden verabreicht werden. Eine Metallmarke heftet man an den Processus xiphoideus.

Bei Aufnahmen des Magens empfiehlt sich vorhergehendes Fasten oder die Herbeiführung einer Parese der Peristaltik durch Darreichung von Opium seitens des Hausarztes des Untersuchten. Muskelruhe des Magens und der Gedärme führt auch warme Zimmerluft in gewissem Grade herbei. Da der Pylorus mit festem Gewebe umgeben ist, werfen Geschwülste dieser Gegend keinen besonderen Schatten.

Milz. Der Umriss der Milz hebt sich von der Umgebung nur dann deutlich ab, wenn das Organ nicht sehr vergrössert ist, wenn der Magen Luft oder Gas enthält und wenn bei Vorhandensein normaler Athembewegungen die Aufnahme während eines Athemstillstandes oder automatisch in wiederholten Athempausen erfolgt.

Leber. Unter gewöhnlichen Umständen ist nur die obere Grenze der Leber auf dem Röntgenbild zu erkennen, und zwar nur dann, wenn die Unterlappen der Lungen, insbesondere der rechten, lufthaltig sind. Bei bedeutender hepatischer Verkleinerung beziehungsweise Vergrösserung lassen sich diese Zustände an der Stärke des Schattens einigermassen abschätzen.

Leberabscesse zeigen sich nicht im Röntgenbilde.

Gallensteine. Tief in der Leber gelegene Concremente zeigen sich kaum, solche dagegen, welche gross oder reichlich vorhanden sind, in der Gallenblase liegen und ansehnliche Mengen Kalk, weniger in Bilirubinkalk als im Carbonat enthalten, bilden sich ab, doch unter allen untersuchten Fällen äusserst selten. Etwa 90% aller Concremente bestehen fast allein aus Cholesterin und gelangen überhaupt nicht zur Abbildung.

Um einen Gallenstein, der im specifischen, d. h. Volumgewicht wenig von dem der Weichtheile abweicht, beziehungsweise wenig Substanz von höherem Atomgewicht enthält, im Gewebe abbilden zu können, ist es erforderlich, die zu durchstrahlende Strecke dadurch möglichst kurz zu gestalten, dass die Weichtheile an der betreffenden Stelle comprimirt werden. Dieses geschieht am einfachsten vermittels einer Messingröhre, die in einem Griff von einem verstellbaren Stativ aus gehalten wird. Mit dem stumpfen Rand der Röhre, durch die die Strahlen hindurchgehen, lässt sich eine starke Compression ausüben. Die photographische Platte kann mit Vortheil auf einem niedrigen Klotz ruhen, der in die Bauchwand, zumal durch das Körpergewicht, hineingedrückt wird.

Bei Aufnahmen der Gegend der Gallenblase ist es erforderlich, den Stand des Leberrandes vorher festzustellen, und wenn angängig, durch Palpation im recht warmen Zimmer den Sitz der Einkerbung der Gallenblase zu bestimmen und zu markiren.

Für die Darstellung von Gallensteinen bieten harte Strahlen weit weniger Aussicht auf Erfolg als mässig weiche. Bringt man die Röntgenröhre bis innerhalb 15 Cm. an die Haut heran, so ist es rathsam, um die weichsten Strahlen vorweg zu absorbiren, dünnes Aluminiumblech zu benutzen. Solche sehr weichen Strahlen tragen nicht zum Bilde bei, werden in der oberen Haut absorbirt und hier eine beachtenswerthe pathogenische Wirkung ausüben.

Niere. Bei jungen Kindern wird die Niere, namentlich die linke, mehr oder weniger deutlich abgebildet, da die Muskeln und das Bindegewebe noch zart sind und der Darminhalt gering ist. Die Drüse wirft, wenn überhaupt, deshalb einen erkennbaren Schatten im Röntgenbild, weil sie von Fett umgeben ist. Ist dieses Fettgewebe stark vermindert oder besteht Wanderniere, so ist wenig Aussicht auf Erfolg.

Nierensteine. Allein ein Gehalt an Kalk, Magnesia, Phosphor, Kali und Natron in Nierensteinen verleiht ihnen die Eigenschaft, mehr Schatten als das Nebengewebe zu werfen, und ergiebt die Möglichkeit ihrer Erkennung am Röntgogramm. Im Weiteren hängt die Abbildung

nur von dem Verhältnis der Steindicke und -dichte zu der Länge und Beschaffenheit des übrigen von den Röntgenstrahlen daneben zurückgelegten Weges durch den Körper ab.

In verschiedener chemischer Verbindung finden sich in Nierensteinen die Elemente mit bedeutendem Atomgewicht: Calcium, Magnesium, Phosphor, Kalium und Natrium (s. Tab. pag. 499). Das erste in Oxalatsteinen, die ersten drei in Phosphatsteinen, die letzten zwei in Uratsteinen. Nicht selten bestehen Nierensteine aus gemischten Componenten. Den stärksten Schatten pro Gramm Substanz werfen Phosphat- und namentlich Oxalatsteine. Diese letzteren sind auch von höherem Volumgewicht.

Zu Aufnahmen von Nierensteinen ist es im allgemeinen nothwendig, entweder eine Compressionsblende, die, im warmen Zimmer angewandt, langsam in die erschlaffte Bauchwand eingedrückt und dann festgehalten wird, oder eine gestützte, eine kleine Platte tragende Holzpyramide zu verwenden, die sich mittels des Körpergewichts in die Bauchwand eindrückt, während je nachdem am Rücken oder am Bauch Bleiblenden aufgelegt werden. Auf beiderlei Weise wird die durchstrahlte Körperstrecke möglichst verringert, das Verhältnis derselben zu der Dicke eines etwa vorhandenen Steines herabgemindert und die Athembewegungen der Niere, die auf beiden Körperseiten auf den Schenkeln des Zwerchfells liegen, zum Theil oder ganz ausgeschaltet.

Vor Aufnahmen der zwischen dem Processus xiphoideus und dem Umbilicus liegenden Nierengegend zeichnet man den muthmasslichen Umriss des Viscus mit einem Hautstift oder Tinte ab.

Uretersteine. Concremente im Ureter sind bei gleicher Grösse leichter als Nierensteine abzubilden, da die unteren Bauchdecken beweglicher sind als die oberen vor der Niere, und ferner, da der Harngang oft von Fett umgeben ist. Vor der ersten Aufnahme zeichnet man den Verlauf des Ureters auf die Haut mit Fettstift ab. Das Gebiet einer jeden der 3—4 nacheinander folgenden Aufnahmen zeichnet sich dann durch den Druckring der Compressionsblende und nachher noch für einige Zeit an der Haut deutlich ab. Zu mehr dauernder Einzeichnung eignet sich spritlösliche Anilinfarbe.

Blasensteine. Zur Abbildung von Blasensteinen lässt sich die sitzende Körperstellung mit Vortheil verwenden. Projicirt wird im Winkel von etwa 45° durch das Becken auf die wagerecht liegende Cassette. Diese Methode empfiehlt sich ganz besonders aus dem Grunde, dass vorhandene Steine, ob frei oder eingekeilt, an ihrer Prädilectionsstelle und in grösserer Nähe zur Platte zu liegen kommen.

Infolge der sitzenden Körperstellung wird der vordere Theil der Harnblase stärker als der hintere durchstrahlt, was in der Weise ausgeglichen wird, dass man während der Aufnahme quer zum Gang der Strahlen eine Eisen- beziehungsweise Bleiplatte vorschwenkt.

Am Tage vor der Untersuchung lässt man ein bei dem zu Untersuchenden wirksames Laxans einnehmen. Magere Individuen erfordern oft starke Abführmittel. Bei Dickleibigen empfiehlt sich eine Suspension des vorwölbenden Unterleibes durch eine breite Binde, welche hinter dem Untersuchten an der Stuhllehne befestigt wird.

Eine schätzenswerthe Massregel ist ferner, bei Aufnahmen von solchen Individuen, die mit ansehnlichem Fettpolster versehen sind,

sie, ehe die Aufnahme beginnt, bei erhöhter Lage der Füsse den Sitz 5—10 Minuten einhalten zu lassen. Dasselbe bewährt sich auch bei normal starken Menschen zur Erzielung scharfer Umrisse im Bilde. Die Erhöhung der Füsse und somit der Oberschenkel verfolgt den Zweck, das Körpergewicht mehr auf die Sitzhöcker als auf die sonst erst allmählich nachgebenden Muskeln und Fettpolster zu bringen. Wird die Harnblase von sachkundiger Hand mit steriler Luft gefüllt, so erhöht sich die Möglichkeit der Abbildung ganz kleiner Steine.

Mastdarm. Vom Mastdarm selbst ist auf dem Röntgenbild des Beckens nichts zu sehen. Seine Höhlung kommt dagegen deutlich zum Vorschein, sobald dieselbe durch Aufblähung mit Luft differenzirt wird. Es hat dieses Verfahren eine gewisse Bedeutung bei der Localisation und Umgrenzung von grösseren Beckengeschwülsten. Zur Einführung kann erwärmter Sauerstoff verwendet werden.

Lendenwirbel und Kreuzbein. Zur deutlichen Abbildung der unteren Wirbelknochen ist eine Abblendung am Abdomen nebst einer Compression erforderlich. Hierzu eignen sich schwere längliche Bleiplatten, auf welche Sandsäcke gelegt werden. Für einzelne Wirbel empfiehlt sich eine runde Compressionsblende.

Wo eine ausgesprochene Lordose besteht, muss der Abstand der Röntgenröhre ungewöhnlich gross sein. Die untere Hälfte des Kreuzbeins, die keine bedeutende Last zu tragen hat und aus sehr leichtem, spongiösem Knochengewebe besteht, bildet sich im allgemeinen mangelhaft und nur dann hinreichend gut ab, wenn die Harnblase mit Luft gefüllt oder eine Compressions- beziehungsweise bildeinschränkende Bleiblende angewendet wird.

Vom Coccyx ist immer noch weniger als vom unteren Sacrum auf dem Röntgogramm zu sehen. Bei Anwendung der oben erläuterten Mittel zur Darstellung des Beckeninhaltes wie der Nierensteine lassen sich ausserordentlich deutliche Bilder des Coccyx und der Foramina des Sacrums erzielen.

Stereoskopische Aufnahmen der Lendenwirbel wie des Kreuzbeins sind besonders werthvoll, wenn es sich darum handelt, Brüche oder krankhafte Krümmungen zu übersehen. Ihr Winkelunterschied kann 30°, d. h. 15° zu beiden Seiten der sagittalen Mittelebene betragen.

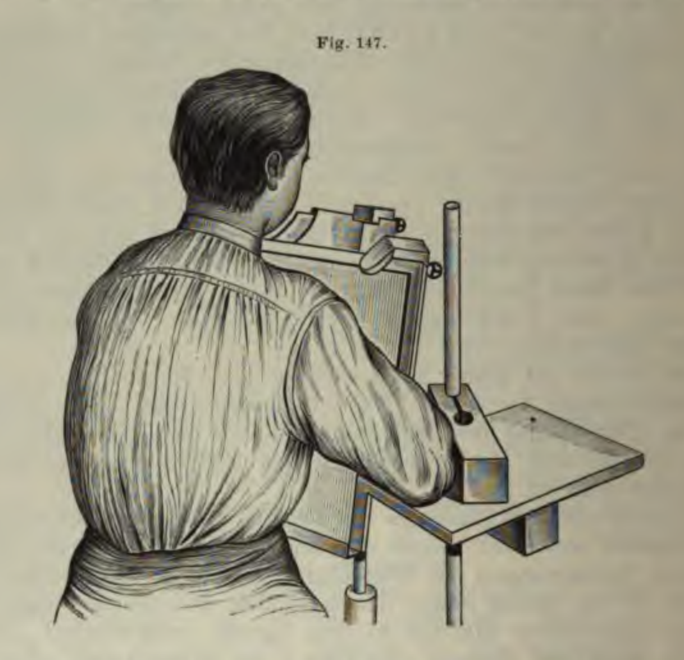
Schlüsselbein: Handelt es sich darum, nach einem Bruch, insbesondere nach der Heilung desselben, die abweichende Gestalt des Knochens darzustellen, so ist es vortheilhaft, gleichzeitig Aufnahmen beider Claviculae anzufertigen. Die Platten werden bei nach vorn geneigtem Rumpf gegen die Knochen gepresst und die Röntgenröhre hinter dem Rücken etwa 70—80 Cm. von den Platten entfernt aufgestellt. Die Ellenbogen werden so hoch und seitlich festgestützt, dass die Schultern sich gar nicht mehr bei der Athmung bewegen. Die Bilder zeigen die Knochen fast genau so, wie man sie von vorn am Skelet sieht. Auffallend an den Schultern bei jugendlichen Individuen ist die „Knorpellücke“ am äusseren Ende des Knochens. Das Claviculosternalgelenk bringt eine Projection von oben hinten zum Vorschein.

Schulter: Infolge der Athem- und anderer Bewegungen der Schultern, die auch beim Manne nicht unbeträchtlich sind, und zwar einmal infolge der überaus grossen Labilität der oberen Extremität, die an dem M. cucullaris hängt, sodann infolge der unwillkürlichen Aus-

weichung von jeder Unbequemlichkeit, die die Athmung irgendwie beklemmt, ist es nothwendig, bei Aufnahmen in sitzender Lage den Schultergürtel auf der abzubildenden Seite durch Unterstützung des Ellbogens zu heben und dadurch möglichst ruhig zu stellen. Dieses wird in zweckmässiger Weise durch eine kleine, auf einem schweren Stativ verstellbare Tischfläche nebst einem Holzklotz oder Sandsack oder durch beides als seitliche Stütze bewirkt, wobei die Schulter gegen die Cassette und Stuhllehne durch eine Neigung des Thorax nach vorn gehalten wird, wie in Fig. 147 abgebildet.

Die verwickelte Form der Scapula am Schultergelenk und die sehr verschiedenen Stellungen, welche dieser Knochen einnehmen kann, bedingt mannigfaltige und oft bizarr erscheinende Projectionen des Schultergelenks. Es ist daher oft empfehlenswerth, möglichst bei den Ansichten

Fig. 147.



zu bleiben, die in der Anatomie geläufig sind, namentlich der Ansicht von vorn bei ungezwungen herunterhängendem Arm. Hierzu eignet sich die Rückenlage mit hoch gehobener Schulter, bei der der Abstand des Gelenks von der Platte durch einen grossen Abstand der Röntgenröhre compensirt wird.

Ist eine zweite Ansicht der Scapula wünschenswerth, so kommt wie bei der Darstellung des inneren Schlüsselbeinendes eine von hinten oben zum Horizont um etwa 30° geneigte Strahlenrichtung zur Verwendung. Durch diese zweite Projection erhält man unter anderem Auskunft über das Vorspringen des Humeruskopfs bei der Luxation beziehungsweise beim Bruch des Proc. coracoideus. Ist bei der Aufnahme viel Schwellung vorhanden, so ist es in zweierlei Hinsicht rathsam, die Schultern erst nach einigen Minuten Ruhe bei Druck auf die Cassette aufzunehmen.

Oberarm. Da der Unterarm sammt dem Humerus bequem in zwei fast rechtwinklig zu einander stehenden Drehstellungen ruhig gehalten werden kann, und zwar beim Sitzen wie beim Liegen, wenn in dem einen Fall die Hand an etwas Festes hält, so ist es leicht, zwei sich ergänzende Aufnahmen des Knochens zu erzielen. Bei sitzender Körperstellung müssen die Athembewegungen der Schulter durch Erhöhung aufgehoben werden.

Zur Aufnahme bei der wagerechten Körperlage lässt man den Arm auf der Platte beziehungsweise Cassette liegen, die Hand, wenn nach innen pronirt, unter einen Sandsack gestellt.

Kann das Caput humeri vernachlässigt werden, so lassen sich die Aufnahmen im Sitzen auf einer in richtiger Höhe untergeschobenen Tischfläche, die auch die Schulter hebt, gewinnen. Auf den Unterarm werden Sandsäcke gelegt. Wenn es nicht auf den Umriss der Integumente ankommt, so stelle man innen und aussen einen schweren Sandsack längs dem Arm, wenn bei der einen Aufnahme die Hand in die Höhe gehalten wird.

Bei einem Sarkom des Knochens kann ein geringer Kalkgehalt deutlich zum Vorschein kommen. Sequester und Verdünnungen des Knochens, bedingt durch verschiedene Processe, welche locale oder allgemeine Osteoporose verursachen, werden gleichfalls abgebildet.

Ellenbogen. Die natürliche Lage des Ellenbogens auf einem Tisch eignet sich aus mehrfachen Gründen aufs beste für die Röntgenaufnahme (s. Fig. 148). Wird wie häufig nur eine Ansicht erzielt, so hat eine solche schräg von aussen oben den Vorzug. Eine Projection bei etwa 30° Abneigung vom Verticalen bei pronirtem Unterarm bildet Radius und Ulna parallel und das Olecranum im Profil ab, die Condylen des Humerus werden dagegen schräg dargestellt, was die Uebersichtlichkeit auch erhöht. Eine zweite senkrechte Projection ergiebt mit der schrägen zusammen ein ausgeprägt stereoskopisches Bilderpaar. An den Bildern können, wie schon weiter dargelegt, auch genaue messende Bestimmungen der Lage von Fremdkörpern beziehungsweise Knochensplitter ausgeführt werden. Sollen zwei Ansichten, die im rechten Winkel zueinander stehen, erzielt werden, so eignet sich bei der genannten Lage des Armes je eine Abweichung von 45° zum Verticalen.

Bei der Betrachtung der Bilder vergewissere man sich, welcher von den beiden Condylen der innere und welcher der äussere ist. Durch eine aufgeklebte Hautmarke kann einer Täuschung ohneweiters vorgebeugt werden.

Unterarm. Bei der Ansicht der pronirten Unterarmknochen von aussen oben zeigen sie sich, wie oben gesagt, annähernd parallel. Ist eine zweite Projection wünschenswerth, so kann sie von innen oben aufgenommen werden oder auch bei verticaler Strahlenrichtung. Die beiden Aufnahmen ergeben ein stereoskopisches beziehungsweise messbares Bilderpaar. Bei den Aufnahmen ist die Hand mit einem Sandsack zu beschweren, der Ellenbogen etwas gehoben zu unterstützen.

Geheilte Brüche der Unterarmknochen zeigen sich oft recht lange nachher durch verdicktes Knochengebälk an der Bruchstelle. Frischer Callus bildet sich nicht ab, da er nur unansehnliche Kalkmengen enthält. Es zeigen sich infolgedessen abirrende Knochensplitter aufs deutlichste am Röntgogramm, z. B. bei transversalen Aufnahmen des zer-

splitterten unteren Radiusendes auf der Volar- beziehungsweise Dorsalfläche im Verlauf der Sehnen, namentlich in Fällen, wo schnelle Bewegungen unmässig lange schmerzhaft bleiben.

Ganz besonders empfehlenswerth beim typischen Radiusbruch sind Aufnahmen zur Prüfung der Genauigkeit der Reposition durch den Gypsverband hindurch, doch besser ist die Prüfung während der Anlegung des Verbandes, bevor die Erstarrung eintritt. Falls bei der Anlegung eines Verbandes Druck auf die Fragmente ausgeübt werden soll, empfiehlt es sich bei der Durchleuchtung, den Unterarm in eine Mulde aus

Fig. 148.



Pappel- beziehungsweise Erlenholz oder in eine Schiene, der an beiden Enden eine seitliche Unterstützung gegeben wird, zu legen.

Handwurzel. Infolge der Verbreitung der Röntgenuntersuchung ist die Anzahl erkannter Fälle von Brüchen der Handgelenkknochen eine weit grössere geworden. Die Läsion betrifft wohl am häufigsten den längsten Carpalknochen, das Kahnbein.

Zur Feststellung der Abweichungen an den Carpal- und Metacarpalknochen ist es nothwendig, beide Hände, symmetrisch auf eine Platte gelegt, genau über deren Mitte die Röntgenröhre sich befindet, aufzu-

nehmen. Besteht am Handgelenk eine Verunstaltung allein darin, dass z. B. ein einzelner Knochen vorsteht, so kann das durch eine transversale Aufnahme festgestellt werden.

Hand. Da die Metacarpalknochen in der Mitte mehr als an den Enden von der Platte abstehen, ist für grösste Deutlichkeit im Bilde ein Röhrenabstand von 40 Cm. nothwendig, für eine sehr grosse Hand ist ein noch grösserer Abstand vortheilhaft.

Bei solchen Abständen ergiebt sich das nämliche Bild nur seitenverkehrt bei den dorso-volaren und volar-dorsalen Projectionen. Zur Erzielung grösster Bildschärfe werden auf die Finger und Handgelenk je ein Sandsack etwa eine Minute vor der Aufnahme gelegt, nachdem die Tischfläche sammt Cassette in bequeme Höhenlage gebracht, die Hände eventuell durch Hochhalten weniger blut- und umfangreich geworden sind.

Von allen stereoskopischen Aufnahmen der verschiedenen Körpertheile befriedigen diejenigen der Hand am häufigsten, namentlich wenn metallische Fremdkörper, welche starke Schatten werfen, in Frage kommen. Die Feststellung der Tiefenlage von Fremdkörpern erfordert entweder die Stereoskopie eines dazu geeigneten Bilderpaares oder eine Construction aus zwei Bildern, die bei beliebig grossem Winkelunterschied der beiden Projectionen hergestellt wurden (s. pag. 548 und Fig. 144).

Mittels zweier Aufnahmen mit etwa 30° Winkelunterschied kann auf alle Fälle über den genauen Sitz von Fremdkörpern, ob dorsal oder volar zu den Knochen, mit Sicherheit entschieden werden. Die Schattenränder von Fingerringen bilden oft gute Messpunkte am Röntgenbild der Hand. Ein möglichst inhaltsreiches Bild der Hand wird durch weichere Strahlen, als für Aufnahmen anderer Körpertheile verwendbar sind, erzielt. Aus diesem Grunde sind Momentaufnahmen der Hand möglichst zu vermeiden. Das Zittern und die Contractur bei Paralytikern wie den Muskeltonus der ersten Lebensjahre überwindet man durch Anbringung einer Schiene aus Pappe oder Pappelholz.

Um bei Aufnahmen der Hand und des Handgelenks eine Ueberexposition der Fingerspitzen beziehungsweise eine Unterexposition des Handgelenks zu vermeiden, kann man die Abbildung in der Weise ausgleichen, dass eine Eisenplatte von den Fingerspitzen aus nach der Handwurzel zu über der Hand hin und her geschwenkt wird.

Finger. Die Aufnahme eines einzelnen Fingers wird allein durch die Transversalansicht bedingt, die ein oft sehr werthvolles Gegenstück zu der übrigen Dorso-Volar-Projection bildet. Beim Aufsuchen von Fremdkörpern sind zwei Transversalaufnahmen, die eine bei gestrecktem, die andere bei gebeugtem Finger, nützlich. Hierzu wird die Platte in Papier eingewickelt, das ein Bild bis zur Fingerwurzel zu gewinnen erlaubt, wenn die Platte entweder auf einen dünnen Tischrand oder auf ein an diesem mittels eines Sandsacks befestigtes Blechstück oder, damit der Arm eine Stütze am Tisch findet, auf zwei nebeneinander stehende Holzklötze, zwischen denen die Hand passt, gelegt wird. Die Finger, die hierbei oberhalb des abzubildenden liegen, werden zur Seite gebeugt. Eine Transversalaufnahme des Daumens wird am leichtesten erzielt, wenn man die Hand etwas gewölbt auf dem Tisch hält, eine dorsoventrale Aufnahme dagegen, wenn nur Metacarpus und Phalangen

auf der Platte beziehungsweise einem Tischrand liegen. Glassplitter und feine Nähnadelspitzen fordern die Verwendung von weichen Strahlen und vorzugsweise eine zweimalige Aufnahme.

Scheinbar knochenharte, z. B. entzündliche Schwellungen des Periosts, die an den Fingern vorkommen, zeigen sich nicht im Röntgenbilde, dagegen prägt sich jede Entkalkung infolge von Entzündung, Eiterung, Gicht, Tuberculose, Gummata u. a. m. deutlich aus.

Becken und Hüftgelenk. Aufnahmen des Beckens erfordern bei Erwachsenen einen grossen Abstand der Röntgenröhre, beispielsweise nicht unter 57 Cm., vorzugsweise 80 Cm. zwischen Platte und Brennpunkt. Die letztere Entfernung genügt z. B. für die Diagnose der Spätrachitis am Schenkelkopf, bei der sich eine Durchbiegung im Epiphysenknorpel in dem Sinne zeigt, dass die Achsen des Knochenkopfes und des Schenkelhalses einen oben offenen Winkel bilden.

Bei Brüchen, bei fortgeschrittener Coxitis und bei der angeborenen Hüftluxation sind zwei verschiedene Ansichten der Beckenknochen nothwendig, um aus den Bildern allein über abnorm gestaltete Knochen und Gelenke völlige Klarheit zu gewinnen, dagegen bei sonstiger Kenntnis des Falles und der Erzielung einer zweckgemäss gerichteten Projection genügt oft eine einzelne Aufnahme.

Besteht z. B. die Frage nach einem Einrenkungsversuch: „Sitzt der Schenkelkopf in der Pfanne?“ so lässt sich dieselbe durch eine sehr schräge Projection von der anderen Seite aus beantworten, ebenso auch die Frage nach der Richtung des Schenkelhalses bei der Coxa vara, wie bei der angeborenen Hüftluxation, die immer von mangelhafter und verunstaltender Entwicklung der Knochen begleitet ist, und zwar in beiden Fällen durch eine sehr schräge Projection des Beckens von der der untersuchten gegenüberliegenden Körperseite aus. Eine Regel zur annähernden Erkennung der Richtung des Schenkelhalses beim Anblick von zwei verschiedenen, gleich schrägen Projectionen besteht darin, dass, je näher die Projection der Richtung des Knochentheils, desto kürzer der letztere auf dem Bilde erscheint.

Die Fig. 5 der Tafel, welche eine Schrägaufnahme wiedergiebt, veranschaulicht eine solche augenfällige Localisation des Caput ossis femoris vor der Pfanne, die für die Erledigung dieser Frage genügt. Dagegen zeigt das zweite Bild des Paares (Fig. 6) die Unmöglichkeit, aus einer für den verfolgten Zweck ungeeigneten Projection überhaupt Bestimmtes herauszulesen.

Gegenüber einer geeigneten Schrägaufnahme ist bei der angeborenen Hüftluxation eine symmetrische vor und nach der Einrenkung aus dem Grunde unvortheilhaft, weil bei der durch Knochenverunstaltungen gekennzeichneten Läsion eine Anteversion des Schenkelhalses typisch ist. Es besteht fast immer eine bedeutende Torsion nach vorn und aussen, die, falls während der Aufnahme eine der Abbildung günstige Frontalstellung des Schenkelhalses eingehalten werden soll, eine Innenrotation der ganzen Extremität nöthig macht. Hierzu beschwert man den Vorderfuss mit einem Sandsack.

Nach dem Obigen darf man, wenn ohne sonstige Untersuchung beziehungsweise Kenntnis eines Falles die Lage und Gestalt des Schenkelhalses beziehungsweise Kopfes festgestellt werden sollen, von vornherein zwei Aufnahmen ins Auge fassen, deren erstere eine sym-

metrische oder eine schräge sein kann. Noch empfehlenswerther sind drei Aufnahmen, die eine symmetrisch, die anderen beiden ausgeprägt schräg, wodurch ausgiebige Auskunft und gleichwerthige Bilder von beiden Hüftgelenken beziehungsweise Oberschenkelknochentheilen auf einmal erhalten werden.

Schon oben ist darauf hingewiesen worden, dass bei kleinem Winkelunterschied zwischen sonst gleich guten stereoskopischen Aufnahmen, obwohl ein dem Auge sehr befriedigender körperlicher Eindruck dargeboten wird, infolge mangelnder Knochensubstanz „Knorpel"- beziehungsweise „Bindegewebslücken" im Bilde entstehen, welche die Wahrnehmung der relativen Tiefe zweier nebeneinanderliegenden, daraufhin untersuchten Knochentheile unmöglich machen.

Indessen, wie der „Stereoskopische Atlas" von *Hildebrandt, Wieting* und *Scholtz* zeigt, in dem die Knochenveränderungen bei der letztgenannten Anomalie besonders zahlreich abgebildet sind, reicht schon der übliche „stereoskopische Winkel" zwischen den beiden Projectionen von 14° aus, um bei contrastreichen Bildern, namentlich von kleinen Becken, eine oft genügende Tiefenübersicht zu gewähren.

Ist der Winkelunterschied der Projectionen aber ein beträchtlicherer, so können dieselben mittels einfacher Construction zur Feststellung der Tiefe von Knochentheilen oder von abbildbaren Fremdkörpern, beispielsweise Blasensteinen dienen (s. pag. 548 und Fig. 144).

Die symmetrische Aufnahme des Beckens im Niveau der Symphyse entspricht der üblichen topographischen Ansicht, bei der die Spina ischii beiderseits verdeckt bleibt. Ist dagegen die Projection schräg, so kommt die eine oder die andere Spitze zum Vorschein.

Bei Projectionen aus höherem Niveau als dem der Symphyse sind beide Spinae zu sehen.

Bei den bisher üblichen Abständen der Röntgenröhre zur Aufnahme von nicht mehr kleinen Becken ist die Ansicht der Darmbeinschaufel sehr verschieden, je nachdem die Projection sagittal oder antisagittal erfolgt, da in letzterem Falle die Divergenz der Cristae im Körper derjenigen der Strahlen gleichgerichtet ist, so dass die Projection dieser Gebilde fast wie Knochenquerschnitte aussehen.

Eine Erscheinung auf beiden Projectionen, die den Nachweis erbringt, dass die sogenannte „Plastik" in einzelnen Röntgenbildern täuschen kann, besteht in dem optischen Eindruck, dass sich der Vordertheil des Beckens bei der Betrachtung auf der fernliegenden Seite befindet. Die scheinbare Ferne desselben ist wohl eine Folge des schwachen Schattens im Vergleich mit denen der an Knochensubstanz weit reicheren seitlichen Theile des Beckens, die auch durch bedeutende Strecken hindurch tangential durchstrahlt werden. Bei schrägen Aufnahmen verschwindet die Täuschung.

Bei schrägen Ansichten zeigt sich auf der einen Seite das Querschnittsbild, auf der anderen dagegen eine ungewöhnlich breite Darmbeinschaufel, während auf beiden Seiten mehr von der Gelenkpfanne als bei symmetrischen Aufnahmen zu sehen ist.

Bei Beckenaufnahmen, die zu Messungen dienen sollen oder von sehr starken Individuen gewonnen werden, empfiehlt sich zur Hebung der Deutlichkeit eine durch Bleiblenden räumlich beschränkte Abbildung, namentlich der Gegend vom Trochanter major und Hüftgelenk.

Zur Aufnahme der üblichen Ansicht des Beckens wird der Brennpunkt der Röntgenröhre im Niveau der Symphyse um 80 Cm. von der dorsal liegenden Platte gestellt. Bei natürlicher Haltung des Beckens müsste nun die Spitze des Coccyx oben an der Symphyse erscheinen. Das Steissbein bildet sich indessen nur gelegentlich bei kleinen Becken und dann nur zum Theil ab. Um die normale Aussenrotation des Schenkelhalses auszugleichen oder um die weit grössere pathologische Torsion des oberen Theiles des Femurknochens zu vermindern und somit den Schenkelhals möglichst getreu der Länge nach abzubilden, führt man die Aufnahme bei Innenrotation des Schenkels aus. Die Figg. 3 u. 4 der Tafel geben Beispiele des *König*'schen Verfahrens, bei dem die eine Aufnahme während der Aussenrotation, die andere bei Innenrotation ausgeführt wird.

Die Darstellung der Synchondrosen zwischen Darm- und Kreuzbein, welche schief liegen, ermöglicht die Projection auf ventraler Platte, da die auseinandergehenden Strahlen die Ebene des Knorpels nur in kleinem Winkel schneiden.

Einige Muskel und Sehnen des Beckens wie des Oberschenkels zeigen sich zuweilen sehr deutlich auf dem Röntgogramm, wo sie mit Fett umgeben sind, z. B. die Ansatzstelle des M. gluteus med., die in Fällen von angeborener Hüftluxation eine besondere Gestalt aufweist.

Oberschenkel. In der Frontalansicht bildet sich der ganze Femurknochen beim Kinde getreu auf einmal ab. Bei Erwachsenen ist eine getheilte Aufnahme vortheilhafter.

Eine Seitenansicht des Knochenobertheils bis auf den Kopf lässt sich dadurch erzielen, dass auf eine in der sagittalen Mittelebene des Körpers gestellte Platte Strahlen, schräg an der Darmbeinschaufel vorbeigehend, den Schenkelhals projiciren. Im Bilde zeigt sich die bekannte Krümmung des Knochens in der Sagittalebene und falls, wie bei der angeborenen Hüftluxation, eine Torsion des Schenkelhalses nach vorn besteht, auch der Umriss des Collum ossis femoris.

Knie. Nur auf Seitenansichten vom Knie wird die Patella abgebildet: 1. weil der Knochen nur aus leichter Spongiosa besteht, 2. weil bei dieser Projection dieselbe auf der hohen Kante getroffen wird, 3. weil bei der Seitenansicht kein weiterer Knochen und sonst wenig Gewebe überhaupt im Wege der Strahlen liegt, dagegen bei der sagittalen Projection die dicken Enden der Schenkelknochen dahinter stehen.

Sowohl auf Seiten- wie auf Frontalansichten zeigen sich die Epiphysenlinien der drei langen Knochen mehr oder weniger deutlich, auch nachdem die Grenze vollständig verknöchert ist. Der Zeitpunkt dieser Verknöcherung ist verschieden und fällt in die Pubertät. Bei reifen Neugeborenen ist ein Knochenkeim in den Condylen vorhanden.

Die „Gelenkmäuse“, welche noch gelegentlich auf dem Röntgogramm „gesehen“ werden, sind Sesambeine in den grossen Sehnen. Die Seitenansicht des Knies wird in reinster Projection beim Stehen des Untersuchten erhalten (s. Fig. 149). Die Sagittalprojection wird vorzugsweise eine auf einmal beiderseitige.

Unterschenkel. Die Tibia und Fibula bilden sich durcheinander in Seiten- und in Frontalansicht mit scharfen äusseren und in der

Mitte der Diaphysen an der Markhöhle mit etwas weniger scharfen Grenzen ab.

Die Grenze der Markhöhle gegenüber der Spongiosa an den Knochenenden fehlt fast völlig auf dem Röntgogramm, wie dieselbe auch am Knochen selbst keine prägnante ist, dagegen bei Aufnahmen, wo nicht zu harte Strahlen bei langer Exposition wirkten, ist die Grenze zwischen Spongiosa und Compakta sehr deutlich. Die Fibula zeigt eine weit grössere Verschiedenheit in Form und Dicke als die Tibia, namentlich am oberen Ende, wohl aus dem Grunde, dass der Knochen hier keine Last trägt. Bei der Spätrachitis zeigt sich die unregelmässige Epiphysenlinie am verbreiterten unteren Ende der Tibia.

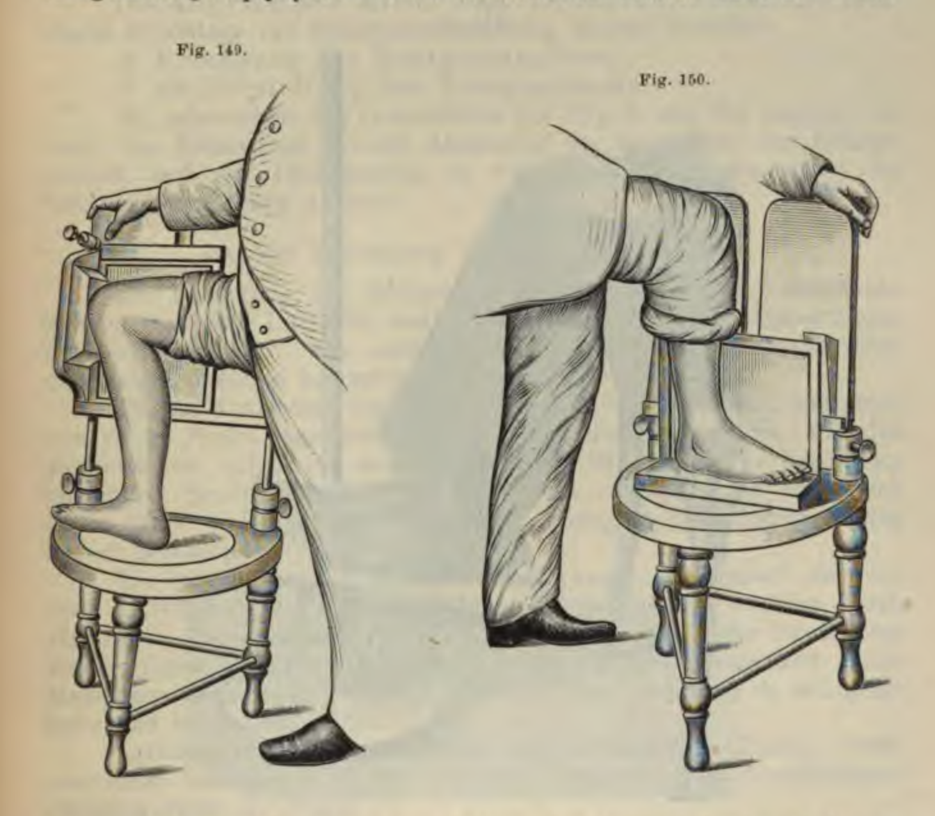


Fig. 149. Fig. 150.

Bei der Eburneation kann der Umriss des verschmälerten Knochencanals der Diaphyse fast verschwinden.

Fusswurzel. Für ein einzelnes Bild der Fusswurzel, namentlich des Talus und Calcaneus, empfiehlt sich eine Seitenansicht bei grossem Röhrenabstand, z. B. 80 Cm., und bei Normalstellung des Fusses unter einem namhaften Bruchtheil der Körperlast (s. Fig. 150). Die Metatarsalknochen werden hierbei deutlich abgebildet. Fracturen derselben und Callusbildung bilden sich ebenfalls erkenntlich ab. Infolge des kleinen Umfangs des Fusses zeigen sich die Bälkchen der Knochen, namentlich die Trajectorien des Os calcaneus, oft wie auf Knochenschliffen. Bei Pes planus tritt die Verkümmerung des Talus aufs deutlichste hervor.

Die Dauer der Exposition soll genügend sein, um bei Transversalaufnahmen die hintereinander liegenden Malleoli in ihren Umrissen deutlich zu erkennen. Zweckmässig zum Halten der Cassette bei der Aufnahme ist eine Längsrille an einer Seite eines dicken Brettes, auf dem der Untersuchte steht, damit die Fusssohle nicht bis zum Rand der Platte heranreicht, sondern etwas davon zurück abgebildet wird (s. Fig. 150).

Die Unterlage für das Brett kann der Sitz eines Aufnahmestuhls sein. Bei Pes planus soll das ganze Körpergewicht auf dem aufgenommenen Fuss ruhen. Bei Kindern, die noch nicht gehen, ist die normal-anatomische Projection nicht ganz einfach und auch nicht im

Fig. 151.



allgemeinen wünschenswerth, da die natürliche Varusstellung zur deutlichen Abbildung des Vorderfusses beiträgt. Wichtiger als die Stellung des Fusses ist die Ruhe desselben während der Aufnahme, die mittels einer an die Fusssohle gebundenen Schiene gesichert wird.

Vorderfuss. Bei Aufnahmen des Vorderfusses empfiehlt es sich, denjenigen Bruchtheil der Last der unteren Extremitäten, der beim Sitzen auf ihn fällt, walten zu lassen (s. Fig. 151). Zur gleichmässigen Vertheilung dieses Druckes verwende man als Unterlage eine schräge Fussbank oder ein schweres Stativ mit verstellbarer Tischplatte nebst einem Paar Holzkeilen unter einem Rand der Cassette. Wie für Auf-

nahmen der Hand darf die Regel gelten, auf eine Platte beide Extremitäten, einander parallel gestellt, aufzunehmen. Zur Erzielung eines möglichst vollständigen und gleichmässigen Bildes blendet man die Strahlen, wie im Falle der Hand beschrieben, in abgestufter, nach den Zehenspitzen zunehmender Weise ab. Bei Contracturen beziehungsweise unbeherrschbaren Beugungen der Zehen lässt man den Fuss an ein Stück dicker Strohpappe oder auf eine dünne Pappel- beziehungsweise Erlenholzschiene befestigen.

IV. Die allgemeine Technik.

Die allgemeinen Mittel und Verfahren, welche die technische Grundlage der Röntgenuntersuchung bilden, betreffen

A. Erzeugung der Röntgenstrahlen;

B. die Herstellung des Röntgogramms.

Sie unterstehen den Grundsätzen der Physik und der Chemie, die auch eine Richtschnur bei der Anpassung der Ergebnisse der Elektrotechnik und der Photographie an die besonderen Bedingungen der Röntgenuntersuchung abgeben.

A. Die Erzeugung der Röntgenstrahlen.

Zur Erzeugung der Röntgenstrahlen nothwendig sind elektrische Ströme von hoher Intensität und ein sehr hohes Vacuum, das von diesen durchschlagen wird. Ein solch hohes Vacuum hat die Röntgenröhre und behält dasselbe bei zeitweiser Regulirung bei.

Da zur Projection deutlicher Schattenbilder die Röntgenstrahlen von einem Punkt ausgehen müssen, so ist die Röntgenröhre, um das zu bewirken, allein für den Betrieb durch Ströme einer Richtung construirt. Somit fallen alle Wechselströme, so lange sie unter sich gleich stark sind, für die zweckgemässe Erzeugung der Röntgenstrahlen ausser Betracht.

Die brauchbaren elektrischen Spannungen erstrecken sich von etwa 10.000 Volt an bis unmessbar weit hinauf und werden durch elektrische Maschinen erzeugt, die kurzdauernde elektrische Stromstösse von geringer in solche von weitaus höherer Intensität umsetzen. Diese Maschinen nennt man Transformatoren und theilt sie in unbewegliche und bewegliche.

Influenzmaschinen, welche aus mechanischer Energie hochgespannte oscillirende Ströme erzeugen, kommen aus verschiedenen Gründen wenig in Frage.

Die unbeweglichen Transformatoren, Inductoren genannt, dienen unmittelbar zum Betrieb der Röntgenröhre. Sie werden vorzugsweise durch einen „constanten“ oder „Gleichstrom“ bethätigt, der sich selbst rhythmisch unterbricht oder maschinell unterbrochen wird und erzeugen Wechselströme, welche gegenseitig eine überaus verschiedene Intensität und Momentandauer besitzen.

1. Die Inductoren und deren Ströme.

Inductoren bestehen im wesentlichen aus einem Elektromagnet, der mit zwei getrennten conaxialen Drahtspiralen, einer primären „inducirenden“ und einer secundären Spirale umwickelt ist.

Bei den Stromunterbrechungen im primären Kreise nimmt die secundäre Spirale einen Theil der dabei aus dem Magnet verschwindenden Energie auf. Diese Energie gestaltet sich zu einem „Oeffnungsinductionsstrom“, „Oeffnungsschlag“ genannt, von überaus hoher Intensität und einigen 0,0001 Secunden Dauer und hat dieselbe Richtung wie der jäh unterbrochene primäre Strom. Der Oeffnungsinductionsstrom durchschlägt bei hinreichender Spannung das Vacuum der Röntgenröhre und erzeugt während sehr kurzer Zeit diejenigen hochgeladenen, äusserst geschwind fortgeschleuderten Elektronen, die das Wesentliche dessen zu bilden scheinen, das man Röntgenstrahlen nennt.

Von hoher Bedeutung für die Elektrotechnik der Röntgenuntersuchung ist der dem Oeffnungsschlag galvanometrisch gleichwerthige, weit länger dauernde „Schliessungsschlag“, der beim Betrieb des Inductors durch eine „Drosselröhre“ (einfache Vacuumröhre) oder schlechterdings durch die Röntgenröhre selbst abgeblendet werden muss. Hilfstransformatoren erzeugen Schliessungsschläge von niederer Spannung als günstig gestalteter Speisestrom für Inductoren.

Je nach der Grösse und Beschaffenheit des Eisenkerns und der Windungszahl der Spiralen eines Inductors bemisst sich dessen „Inductanz“. Dagegen allein nach der Windungszahl und Disposition der Spiralen bemisst sich deren Selbstinduction (Windungen auf Windungen), die neben der Inductanz und dieser entgegenwirkend die Spannungshöhe, die Dauer und den Verlauf der erzeugten Inductionsströme bestimmt.

Ausser den Wechselströmen der secundären Spirale werden in der primären Spirale bedeutsame „Extraströme“ erzeugt.

Der „Oeffnungsextrastrom“ ruft den „Oeffnungsfunken“ an der Unterbrechungsstelle hervor, verlängert die Stromunterbrechung und schwächt insoweit die Spannung des „Oeffnungsschlages“ ab.

Der „Schliessungsextrastrom“ stellt eine Gegenspannung zum primären Strom dar und lässt ihn je nach den Umständen mehr oder weniger momentan langsam zu-, dann abnehmend schnell ansteigen und auch ebenso langsam den „Schliessungsschlag“ steigen und fallen.

In Fig. 136, pag. 493 wird der nutzbare Theil des Oeffnungsschlags durch die steile Spitze oberhalb der gestrichelten Linie angedeutet.

Das spitze Dreieck erhöht sich und verkürzt sich zeitlich je nach der Höhe (durch Condensatorwirkung) des durchschlagenen Vacuums. Dasselbe wird, wie in der Figur dargestellt, erniedrigt und verkürzt durch die Verkürzung der Dauer des primären Stromstosses, d. h. durch erhöhte Frequenz derselben.

Da nun die Stromunterbrechung bei der Röntgenuntersuchung deshalb häufig stattfinden muss, damit die Gesammtdauer der benutzten Schläge und in der Folge auch die Strahlenerzeugung einen möglichst grossen (thatsächlich immer kleinen) Bruchtheil der ganzen Zeit ausmacht, so ergiebt sich stets ein Optimum in der Frequenz der Stromunterbrechung. Die Lage und Bedingungen dieses Optimums darf man bei jedem Inductor zu wissen verlangen, da die Bestimmung mittels der Röntgenröhre nebst photographischen Platten gegenüber Aufnahmen nur eine einfache Aufgabe bildet. Allgemein lässt sich sagen, dass, je grösser ein Inductor, insbesondere sein Eisenkern, ist, bei desto kleinerer Stromunterbrechungsfrequenz das Optimum liegt. Diese Thatsache ist von erheblicher Bedeutung geworden, seitdem durch neuere Mittel der Stromunterbrechung dieselbe eine je nach den Umständen constant bleibende Frequenz erhielt, wodurch bei der constanten Strahlenenergie eine beträchtliche Erleichterung der Aufnahme des Röntgogramms gesichert wurde.

2. Die automatischen und mechanischen Stromunterbrecher.

Eine automatische Stromunterbrechung mit einer grossen und constanten Frequenz erfolgt bei einer hohen Spannung und geeigneter Anordnung in einem in einen Stromkreis eingeschalteten Elektrolyten vermöge der Kraft des Stromes selbst. In den Stromkreis kann ein Inductor ohneweiters eingeschaltet und betrieben werden. Zur Unterhaltung der rhythmischen Stromunterbrechung sind Spannungen von über 65 Volt und eine genügende Inductanz im Kreise nothwendig.

Auf mechanische Weise dagegen wird eine Stromunterbrechung von verschiedener Frequenz mittels Elektromotoren bewirkt, die theils von einfacher Art durch den unverzweigten primären Strom des Inductors betrieben werden, theils als selbständige Apparate nur äusserlich mit dem Inductor und dem „Unterbrecher“ selbst zusammenhängen.

Die Vorrichtungen zur automatischen Stromunterbrechung bieten dem Strom an einer sehr verengten Stelle seiner Bahn im Elektrolyten einen grossen localen Widerstand. Infolge der nun durch die Verwendung von grossen Spannungen entstehenden gewaltigen Stromdichte an dieser Stelle wird zunächst durch Wärmeentwicklung Wasserdampf erzeugt, der dann infolge von Elektrolyse zerlegt, durch Explosion des gebildeten Knallgases den Strom unterbricht. Der hierbei sehr ausgedehnte, wiedergebildete Wasserdampf kühlt sich so schnell ab, dass der Stromschluss fast unmittelbar auf die Stromunterbrechung folgt. Begleitet wird der Vorgang in der Gasblase von einem dicken Funken, der den Oeffnungsfunken in sich schliesst, eine violette Farbe zeigt und somit eine sehr hohe Temperatur hat. Die Gasblase verschwindet mit einem lauten Knall, der bei den üblichen häufigen Wiederholungen eine bestimmte Tonhöhe wahrnehmen lässt, die die Unterbrechungsfrequenz ergibt. Diese letztere kann bei hoher Spannung, kleinem Drahtwiderstand und mässiger Selbstinduction im primären Kreise über 200 pro Secunde betragen.

In den *Wehnelt*'schen Unterbrechern, die schematisch in Fig. 152 dargestellt sind, geht der Strom von einer Platinspitze durch den Elektrolyten zu einer indifferenten Ableitungsmasse. Die Stromunterbrechung findet in den Gasblasen um die Platinfläche statt. Im Gegensatz zu dem nahen Elektrolyten bleibt diese immer Anode.

Die automatischen Unterbrecher von *Caldwell, Ruhmer* und *Simon* enthalten kein Platin. An einer kleinen Oeffnung zwischen zwei Massen des Elektrolyten findet infolge der grossen Stromdichte die rhythmische Unterbrechung statt. Zu beiden Seiten der Oeffnung steigen die elektrolytisch getrennten Bestandtheile des Wassers, und zwar kathodal Wasserstoff und anodal Sauerstoff empor.

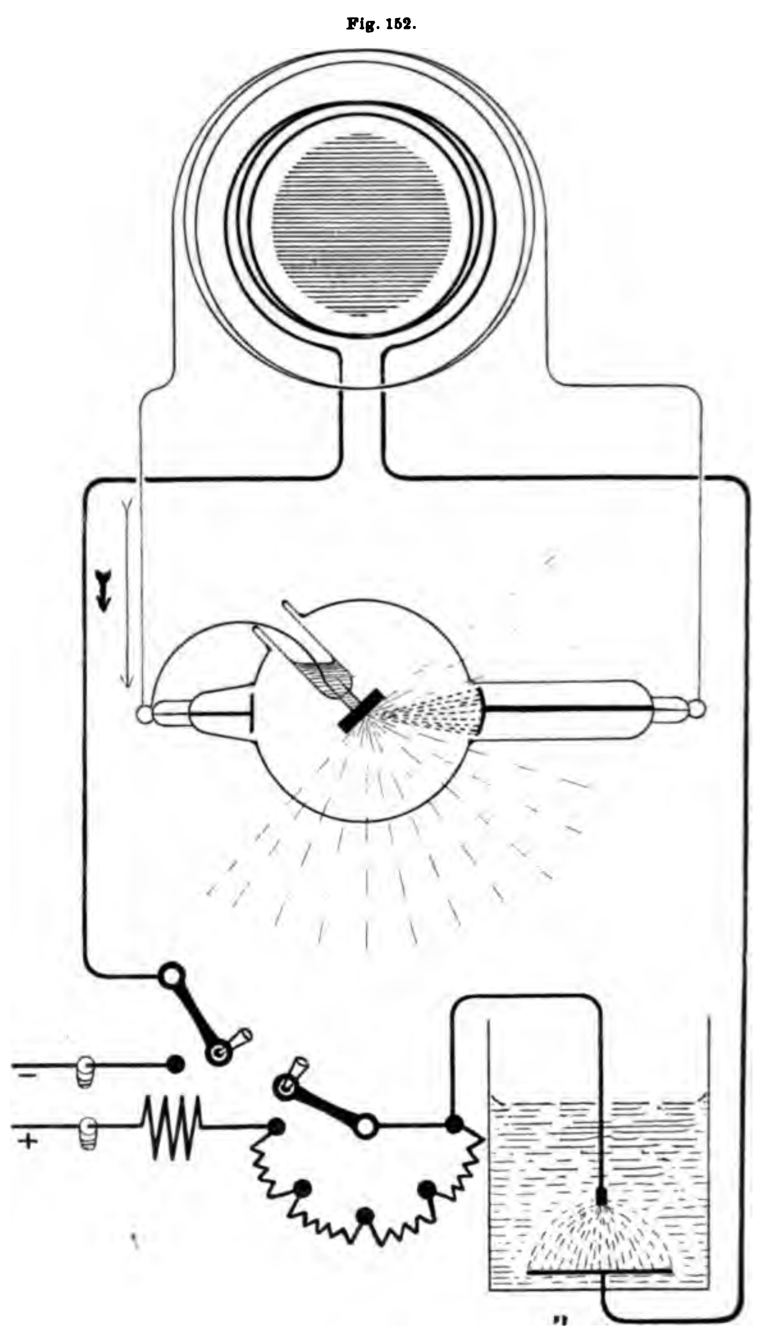
Es handelt sich also um aus Elektrolyten (z. B. bestleitend verdünnter Schwefelsäure) bestehende Elektroden, und zwar hier an beiden Polen.

Die symmetrischen Unterbrecher leiten den Strom gleich gut in beiden Richtungen und vertragen bei genügender Grösse der Elektrolytmassen die höchsten Spannungen auf die Dauer.

Die Frequenz der automatischen Stromunterbrechung steigt mit der Spannungslast der Stromquelle und mit der Temperatur des Elektrolyten und fällt mit dessen Widerstand wie mit dem Widerstand und der Selbstinduction des Stromkreises, insbesondere durch die Einschaltung von äusseren Widerständen mittels Rheostate und durch Vermehrung der Gegenspannung des Schliessungsextrastroms. Durch gesteigerte Inductanz der primären Spirale lässt sich bei Spannungen unter 100 Volt die Stromunterbrechung gleichmässig unterhalten und bei höheren Spannungen die Frequenz der Stromunterbrechung zweckmässig und fast beliebig vermindern.

Die mechanische Stromunterbrechung wird angewandt, wo grosse elektrische Spannungen nicht zur Verfügung stehen. Dieselbe

Fig. 152.



kann auch sonst unter Umständen mit Vortheil benützt werden, jedoch nur bei Zuhilfenahme besonderer Vorkehrungen gegen den starken

Strom, der bei Stockungen des Unterbrechers im Stromschluss entsteht, und zwar infolge des momentanen Verschwindens der Gegenspannung des Schliessungsextrastroms in der primären Spirale.

Die mechanische Stromunterbrechung wird in verschiedener Weise bewirkt und erfordert einen mit beiden Seiten der Unterbrechungsstelle verbundenen Condensator, der aus unzähligen *Franklin*'schen Tafeln besteht. Dieser Condensator wird in seiner Capacität der Inductanz des primären Kreises des Inductors angepasst. Der Condensator beschleunigt die Stromunterbrechung und verstärkt den Oeffnungsschlag durch Abkürzung des Oeffnungsfunkens.

Für die mechanische Stromunterbrechung bei kleinen Inductoren und geringen Spannungen der Stromquelle wird der elektro-magnetische Stromunterbrecher allein verwandt, der von *Ruhmkorff, Wagner, Helmholtz, Halske, Depréz* u. A. verschiedentlich ausgebildet wurde.

Die mechanischen Stromunterbrecher, zu deren Betrieb ein besonderer getrennter Elektromotor in Anwendung kommt, stellen den Contact unter Alkohol oder Petroleum mittels Quecksilber und amalgamirter Kupferflächen her und sind dazu bestimmt, grössere Stromstärken zu bewältigen und grosse Spannungen mit Vortheil zu verwenden, da sie infolge der Kraft, der Schnelligkeit und des Umfangs der Bewegung die Contactflächen so schnell auseinander bringen, dass nur äusserst kurzdauernde Funken entstehen können.

„Quecksilberunterbrecher“ kommen dort zur Verwendung, wo zum Betrieb von grossen Inductoren möglichst wenig Energie verbraucht werden soll. Sie werden in Tauch- und rotirende Unterbrecher getheilt. Verschiedene Constructionen des Tauchunterbrechers sind diejenigen von *Kohl* und von *Hirschmann*, von denen die letztere für transportable Apparate benützt wird. Die rotirenden Unterbrecher heben das Quecksilber etwa schräg mittels Centrifugalkraft und schleudern es in einem Strahl gegen zackige, kreisförmig angebrachte Kupferflächen. Der Quecksilberstrahl kann ein steter (Construction A. E. G. und R. G. & S.) oder ein intermittirender (2. Construction *Boas*) sein. Bei einer und derselben Drehungszahl pro Secunde erhöht sich die Stromunterbrechungsfrequenz mit der Anzahl der Kupferflächen im Kreise. Durch Zuspitzung der Kupferflächen beziehungsweise Verstellung dem Quecksilberstrahl gegenüber *(Levy, Boas)* wird das Verhältnis zwischen Stromschlusszeit und stromloser Zeit verschieden grossen Unterbrechungsfrequenzen zweckgemäss angepasst und das Optimum der Stromstärke im Moment der Unterbrechung bei geringstem Durchschnittsstrom und Energieverbrauch erreicht.

3. Die Stromquellen.

Zum Betrieb eines Inductors für die Röntgenuntersuchung kommen zwei Stromquellen in Betracht: 1. Dynamocentralen mit localer oder ausgedehnter Netzleitung und 2. Accumulatorbatterien.

Die vortheilhafteste Form der elektrischen Energie zur Erzeugung der Röntgenstrahlen für Untersuchungszwecke ist der „Gleichstrom“ aus einer Dynamocentralanlage mit hoher Spannung und wenig Widerstand, die somit die stärksten Ströme liefern kann. „Wechselstrom“ wie „Drehstrom“, letzterer ein Wechselstrom mit ungleichem An- und

Abstieg der Phasen, bedürfen erst der Umformung in Gleichstrom oder in geeignet verlaufende Stromstösse, ehe sie für die Röntgenuntersuchung verwerthet werden können.

Städtische Netzleitungen führen häufig 110, weniger oft 65 oder 220 Volt Spannung, indessen nimmt die Anzahl der Anlagen mit 220 Volt am schnellsten zu. Die Leitungsspannungen elektrischer Strassenbahnen sind für die Röntgenuntersuchung zu hoch und gefahrvoll, um im allgemeinen in Frage zu kommen, jedoch im Nothfall ist der symmetrisch gebaute automatische Stromunterbrecher nebst „Hilfstransformatoren" imstande, dieselben zu bewältigen.

Grosse Accumulatorbatterien, welche dieselben wesentlichen Vorzüge wie Centralanlagen besitzen, ergeben die Möglichkeit, bei deren Ladung eine niedrige Spannung zu benützen, wie z. B. die einer mit Gas erhitzten Thermosäule oder einer kleinen Dynamomaschine.

Ein einfacher Dynamo-Wechselstrom („Sinusstrom") wie der „Drehstrom" (d. h. ein Wechselstrom, der durch einen besonderen Motor geschickt, Dreharbeit leistet, aus superponirten Wechselströmen mit zeitlich hintereinander gelegenen Gipfeln besteht und im Verlauf dem „Strom" einer magneto-elektrischen Maschine ähnlich ist) eignet sich selbst nicht zur Erzeugung von Röntgenstrahlen, da die Spannung von Miethsströmen zu gering ist. Zwar kann ein solcher Strom, einem Inductor durchgeschickt, secundäre Wechselströme mit genügender Spannung erzeugen, doch sind die letzteren in beiden Richtungen gleich gross und somit nicht ohneweiters für den Betrieb der Röntgenröhre geeignet.

Durch Einschaltung von „Stromgleichrichtern", d. h. irreciprok leitenden elektrolytischen „Aluminiumzellen" *(Graetz)* von besonderer Construction *(Grisson)* bei besonderer Doppelschaltung werden Wechselströme bis zu einer Spannung von 140 Volt mit Verwerthung von über 60% der verwendeten Energie in Stromstösse einer Richtung umgewandelt. Diese Stromstösse (von 100—200 pro Secunde, je nach der Periodenzahl des Wechselstroms), — ohneweiters zum Betrieb eines Inductors verwendet — erhalten durch die Einwirkung der durch den Stromanstieg und Stromabfall hervorgerufenen einander entgegengesetzten Extraströme in der primären Spirale des Inductors einen günstigen, allmählichen Anstieg und einen raschen Abfall des Stromstosses, die (wie Ströme aus Hilfstransformatoren) einen vortheilhaften Stromverlauf für die Erzeugung von hinreichend verschiedenen secundären Strömen zum Betrieb auch von sehr weichen Röntgenröhren bilden.

Ein besonderer Rheotom-Umformer (Construction der A. E. G), der aus Drehstrom (der üblichen Form des Wechselstroms) drei Viertel der Periode (d. h. $1^1/_2$ Stromstösse) ausschneidet, liefert auch die günstigste Form eines Stromstosses zur Speisung eines Inductors (allmählicher Anstieg und jäher Abfall) und je nach der Periodenzahl des Drehstroms etwa 50—100mal pro Secunde. Synchron getrieben wird dieser Umformer nach manuellem Ingangsetzen durch den Drehstrom selbst.

4. Die Schaltung und Regulirung des Speisestroms.

Die besonderen Vorkehrungen zum Schutz des Röntgenapparats bei der Anwendung der hohen Spannung einer Dynamocentrale oder einer vielgliedrigen Accumulatorbatterie, um bei Schliessung des pri-

mären Stroms eine schädliche, durch einen starken Strom bewirkte Erhitzung an kritischen Stellen im Apparat zu vermeiden, bestehen aus Vorschaltwiderständen und leicht durchschmelzbaren Metallsicherungen im primären Kreise. Wie in Fig. 152 schematisch dargestellt, zerfallen die erstgenannten in ständige, kleine, nicht ausschaltbare und in abstufbare Widerstände, die man Rheostate nennt.

Bei der automatischen Stromunterbrechung ist ein ständiger Vorschaltwiderstand nicht unbedingt nothwendig, indessen rathsam, wo die Spannung in der Leitung reichlich ist, z. B. 110 Volt, dagegen ist der abstufbare Widerstand, der Rheostat, fast unentbehrlich.

Rheostate bilden ein Hilfsmittel einerseits zur Regulirung der primären Stromstärke und damit auch der Intensität der Inductionsströme, mithin zur Erzeugung verschieden weicher Strahlen und zur vortheilhaften Benützung von Röntgenröhren mit verschieden hohem Vacuum, andererseits zur Regulirung der Frequenz der Stromunterbrechung. Bei der Anwendung der mechanischen Stromunterbrechung ist ein ständiger Vorschaltwiderstand unbedingt nothwendig, da aus irgend einem Grunde bei der Stromeinschaltung oder auch sonst der Motor, beziehungsweise der Unterbrecher stocken kann.

Stromschalter am Röntgenapparat benöthigen für alle diejenigen, wenn auch seltenen Fälle, wo aus irgend einem unvorhergesehenen Anlass der Strom augenblicklich ausgeschaltet werden muss, und zwar im Gegensatz zu den üblichen Lichtschaltern, einen grösseren einarmigen Hebel als Griff (s. Fig. 152).

Die Stromschalter am Röntgenapparat bestehen mit Vortheil aus einem Hauptschalter, einem Rheostatschalter zur Abstufung der Vorschaltwiderstände und einem Stromwender zur Umkehr der Stromrichtung in der Röntgenröhre.

Benützt man einen Unterbrecher nach *Wehnelt,* so darf die Stromrichtung durch diesen nicht umgekehrt werden, da sonst die Platinfläche rasch abnützt oder unförmlich zerschmolzen wird. Der Stromwender muss sich also hinter dem Unterbrecher im Kreise befinden. Hat der Stromwender einen reichlich langen Griff einseitig zur Drehachse, und dreht er sich durch einen beträchtlichen Winkel, so kann die Mittelstellung desselben, bei der alle Contacte aufgehoben sind, auch zur Ausschaltung benützt werden.

Bei Stromstärken von 15 Ampère aufwärts empfehlen sich federnd schnellende Stromschalter, die durch rasche Vergrösserung der Luftstrecke an der Unterbrechungsstelle bei nicht verticaler Richtung derselben nur kleine Oeffnungsfunken zulassen. Ist die Luftstrecke an der Unterbrechungsstelle wagrecht, so wirkt die Erwärmung der Luft kraft des verticalen Luftzuges abkürzend, bei der unzulässigen senkrechten Stellung dagegen verlängernd auf den Funken ein.

Die Schaltung bei der mechanischen Stromunterbrechung erfordert einen besonderen Schalter für den Betriebsstrom des Motors am Unterbrecher. Derselbe wird mitunter in der Weise mit dem Schalter für den primären Strom des Inductors verbunden, dass der Motorstrom immer zunächst eingeschaltet wird, worauf man wartet, bis der Motor in Gang kommt, um dann den Hauptstrom einzuschalten.

Zum Schutz des Motors an dem mechanischen Unterbrecher eines grösseren Röntgenapparats, welcher von mehr als einer Person

bedient wird, versehe man die Zuleitung mit einer Signalglühlampe, welche anzeigt, ob Strom fliesst oder nicht. Im übrigen empfiehlt es sich, Stromschalter so zu gestalten, dass ihre Stellung schon in einiger Entfernung vom Schaltapparat mit einem Blick erkennbar ist. Ein einseitig angebrachtes weisses Schild kann dazu dienen.

Zum allgemeinen Schutz des Röntgenapparats und insbesondere um einen Stillstand der mechanischen Stromunterbrechung unter allen Umständen unschädlich zu machen, befindet sich an beiden Verbindungen des Röntgenapparats mit der Stromquelle, je ein Stück schmelzbare Metallegirung in einer besonderen Kapsel, „Sicherung“ genannt. Das Metall kann Stanniol sein, das, in einer mit Porzellandeckel versehenen Klemmvorrichtung befestigt, leicht erneuert werden kann.

Die zur Erzeugung der Röntgenstrahlen erforderlichen Stromstärken betragen vorzugsweise 2—6 Ampère, dagegen für die Erzielung von Momentaufnahmen mittels grosser Inductoren bis weit über 20 Ampère im Durchschnitt der stromlosen und der Stromzeit. Im allgemeinen fällt die nöthige Stromstärke unter 10 Ampère bei Inductoren mässiger Grösse. Die kleinsten Stromstärken ceteribus paribus kommen bei der Verwendung von Gleichstrom mit Hilfstransformatoren und von Wechselstrom mit elektrolytischen Stromgleichrichtern vor. Die automatische Stromunterbrechung bedingt im allgemeinen, zum Theil infolge der kurzen Dauer der stromlosen Zeit, zum Theil infolge kleinen Vorschaltwiderstands grössere Stromstärke und Energieverbrauch als die mechanische Stromunterbrechung, indess zuweilen nur 4 Amp.

5. Die Röntgenröhre und die Strahlenerzeugung.

Die Strahlenerzeugung in der Röntgenröhre beim Durchgang hochgespannter Elektricität ist primärer und secundärer Art. An dem Leitungsübergang vom Vacuum zur Kathode prallt ein Theil der geführten Energie fast rechtwinklig zur Oberfläche als Kathodenstrahlen zurück, um dann an allen der Kathodenfläche gerade gegenüber befindlichen anodalen Punkten der Röhre theils als Wärme, theils als Röntgenstrahlen umgebildet zu werden.

Bei geeigneten Krümmungen der Kathode und der Röntgenröhre selbst und bei dem hohen Vacuum treffen die Kathodenstrahlen in der Mitte der Röhre in einem Brennpunkt zusammen. Hier befindet sich ein Stück Platin, das man Antikathode nennt und in allen Fällen der Kathode gegenüber eine Anode bildet, die wie eine zweite Anode an anderer Stelle durch metallische Leitung in guter Verbindung mit dem Inductor steht. Durch das Platin der Antikathode werden die Kathoden- und erzeugten Röntgenstrahlen wenig durchgelassen, die letzteren prallen vielmehr von dem Brennpunkt in allen möglichen Richtungen und in gleichmässiger Intensität innerhalb etwa 170° ab.

An der Kathode der Röntgenröhre bildet sich wenig Wärme, dagegen an der Antikathode umsomehr, so dass sie bald glüht, und bietet somit eine Erscheinung ähnlich der *Peltier*'schen Wärme dar. Von der Antikathode werden Platinionen neben den Röntgenstrahlen mit grosser Wucht fortgeschleudert, so dass sich bald ein merkbarer und fester Belag an dem beim Betrieb fluorescirenden Theil der Glaswand bildet und nach lange fortgesetzten Durchstrahlungen zu einem durch-

sichtigen Spiegel wird. Am Brennpunkt der Röntgenröhre wird die Platinoberfläche infolgedessen durch den Verlust rauh, während die Kathode blank bleibt oder sich nur theilweise verfärbt.

Zur Verminderung der Wärmeenergie, die bei dem Treffen der Kathodenstrahlen auf das Platin der Antikathode entsteht und bald zur Glut und unter Umständen zum Schmelzen des Platins im Treffpunkt der Strahlen führt, wird dasselbe mit einem bis 2 Ccm. grossen Stück unedlen Metalles innig verbunden, das infolge seiner Masse die Wärme vorübergehend aufnimmt, um sie durch das Vacuum hindurch langsam auszustrahlen. Eine Abkühlung der Antikathode durch Abdampfung von Wasser lässt sich in einfachster Weise vermittels einer innen abgeschlossenen Platinröhre (Constr. *Burger*) bewirken, die einerseits in einer Versenkung der Glaswand eingeschmolzen, andererseits in die Metallmasse der Antikathode hineingepresst ist, wie in Fig. 152 dargestellt.

Die Röntgenröhre verdankt ihr Entstehen der seit *Geissler* hoch entwickelten Glasblaserkunst, die es ermöglicht, hohe und sehr beständige Vacua in mit Elektroden versehenen Glasröhren herzustellen. Dieselbe hat scheinbar einen gewissen Abschluss ihrer Vervollkommnung in Vorrichtungen gefunden, die das Vacuum beliebig zu reguliren gestatten.

Das Glasgefäss der Röntgenröhre hat im allgemeinen die Gestalt einer Kugel (Constr. *Burger*, *Ehrhard*, *Gundelach*, *Müller*), deren Durchmesser 12—15 Cm. mit Vortheil nicht überschreitet und trägt an beiden Polen axial gerichtete röhrenförmige Ansätze, welche die Stromzuleitungsstellen voneinander genügend entfernen, um das Ueberspringen der Inductionsschläge aussen herum zu verhüten. Innen an beiden Polen befinden sich Aluminiumelektroden, von denen die Kathode einen Hohlspiegel bildet. In der Mitte der Glaskugel steht die Antikathode im Winkel von etwa 45° zur Hauptachse gestellt.

Die Stellung der Antikathode, geneigt zur Kugelachse, bewirkt eine reichliche Ausstrahlung zu beiden Seiten des Aequators, die die Röhre somit leicht in eine passende Lage vor einem aufzunehmenden Gegenstand bringen lässt. Am Aequator der Glaskugel befindet sich das dünnste Glas, durch welches weiche Strahlen merklich leichter als nach den Polen zu durchdringen. Eine zweite Form von Röntgenröhre, die mittels kleinerer Kugeln von dünnerem Glase auch ein grosses Vacuum verschafft, enthält eine Antikathode, welche ausser dem Platin aus Kupfer besteht (Constr. d. „Voltohm"-Gesellschaft).

Das hohe Vacuum der Röntgenröhre kennzeichnet sich beim Stromdurchgang durch die Fluorescenz der Glaswand im Gegensatz zu dem niedrigeren Vacuum einer Geisslerröhre, die eine Fluorescenz des verdünnten Gases im Innern zeigt, und zwar bei geringem Vacuum violett und bei höherem Blauweiss. Ganz geringe Vacua lassen violette Funken durchschlagen, ganz hohe Vacua erzwingen eine mehr oder weniger „stille Entladung" aussen um die Röhre herum. Eine weiche Röntgenröhre zeigt in der Nähe der Anoden blauweisses Licht (namentlich durch ein Stück blaues Glas), das wiederum bei höherem Vacuum verschwindet.

Ein verschieden hohes Vacuum ist erkennbar ausser an den Lichterscheinungen in der Röntgenröhre und an der Qualität der erzeugten Röntgenstrahlen, die sich mittels des Leuchtschirmes und dünner Gewebstheile, wie der Hand beurtheilen lässt, auch durch das je nach dem Widerstand im Vacuum mehr oder weniger laute Geräusch der sich entladenden Inductionsschläge.

Die jedesmalige Strahlenerzeugung dauert nur so lange als der Stromdurchgang. Indessen, da die Glaswand der Röntgenröhre auch während der Pausen phosphorescirt, so gibt die Röntgenröhre selbst auch bei geringer Frequenz des Stromdurchganges ein stetes Licht. Auf dem Bariumplatincyanürleuchtschirm hingegen, welcher nicht phosphorescirt, tritt, je nach der Häufigkeit der Stromschläge, ein mehr oder weniger deutliches Flackern auf, während die zur Verstärkung des Bildeindruckes auf der photographischen Platte verwendeten Wolframitschirme lebhaft phosphoresciren.

Die hellgelbe Fluorescenz der üblichen Röntgenröhren bildet ein störendes Moment bei der Durchleuchtung und erfordert ganz besondere Vorkehrungen zu ihrem Ausschluss, die pag. 522 beschrieben worden sind. Ein Pium desiderium für Durchleuchtungen sind Röntgenröhren, welche schwach blau fluoresciren.

Die Fluorescenz an der Glaswand der Röntgenröhre ist nicht ganz auf die eine Halbkugel derselben beschränkt, indessen ist die dunkle Hälfte um so dunkler, je weniger die Röhre benutzt worden ist, je niedriger das Vacuum, je weicher die erzeugten Strahlen und je grösser die Glätte der Kathode von deren jedem Punkte aus die Kathodenstrahlen in einem je nach der Höhe des Vacuums bestimmten, annähernd rechten Winkel ausgehen.

Die Vertheilung der Fluorescenz an der Röntgenröhre bei verkehrter Stromrichtung giebt ein Merkmal des Durchganges der Schliessungsschläge bei richtigem Durchgang der Oeffnungsschläge ab. Die Erscheinung besteht hauptsächlich in einem grossen Ring concentrisch mit der Anode, welcher entweder durch eine im Kreise eingeschaltete Drosselröhre oder durch eine Erhöhung des Vacuums oder durch Hilfstransformatoren zum Verschwinden gebracht wird, wodurch man die Erzeugung abirrender, d. h. zerstreuter, nicht homocentrischer Strahlen sehr weit vermindert.

Eine Regulirung des Vacuums der Röntgenröhre ist im allgemeinen erforderlich, theils infolge der allmählichen Erhöhung des Vacuums durch den Gebrauch, theils zur Erzeugung von Strahlen verschiedener Qualität und Durchdringungskraft. Eine reciproke Regulirung des Vacuums wird vermittelt einerseits durch eine einschaltbare Regulirkathode, welche Gas abscheidet und die Luftleere vermindert, andererseits durch eine einschaltbare Regulíranode, die in minimalen Mengen zerstäubt, dadurch Gase bindet und die Luftleere vermehrt.

Beide Regulirungen beanspruchen nur Secunden Zeit und können fast unbegrenzt oft wiederholt werden. Infolgedessen können zu jeder Zeit Röntgenstrahlen beliebiger Qualität, weich, mässig gespannt oder hart erzeugt werden.

Eine zweite Art Regulirung, mittels welcher einer Röntgenröhre durch Zuführung minimaler Gasmengen ein beliebig niedrigeres Vacuum gegeben werden kann, besteht in einem zierlichen, aussen geschlossenen Platinröhrchen, das in der Wand der Röntgenröhre eingeschmolzen, mit dem Vacuum communicirt und an dem Aussenende durch eine Flamme erhitzt, Gasionen ins Innere durchlässt. Mässig weichgemachte Röntgenröhren werden nach kürzerer oder längerer Zeit je nach der vorhergehenden Erniedrigung des Vacuums von selbst wieder hart, namentlich wenn die Metallmasse der Antikathode eine ansehnliche Grösse besitzt. Die Erniedrigung des Vacuums bei Aufnahmen durch Erhitzung der Antikathode geht oft schnell wieder zurück.

Die Energiemenge, die bei der Erzeugung von Röntgenstrahlen ausgesandt wird, hängt unmittelbar von der Höhe des Vacuums ab und ist sehr verschieden, da ein Inductionsstrom nur so lange durch ein Vacuum hindurchschlägt, als die auf- und absteigende Intensität des Schlages oberhalb der dazu nöthigen Höhe bleibt.

Da nun während jeder Röntgenaufnahme die Höhe des Vacuums und damit der Widerstand in der Röntgenröhre sich vermindert, so wird von Schlag zu Schlag mit allmählichem, doch oft raschem Zuwachs mehr Strahlenenergie erzeugt. Indessen ändert sich gleichzeitig die Strahlenqualität, die weicher wird und somit vermindert sich die Durchdringungskraft der Strahlen und führt hierdurch eine Uebercompensation herbei, insofern als die Gewebe des Körpers nebst der photographischen Platte als Massstab dienen. Eine Folge dieses Umstandes ist, dass eine zweite Aufnahme eines Körpertheils unmittelbar nach der ersten bei derselben Expositionsdauer sich als unterexponirt erweisen kann, während sich die Platte ausserhalb des Objects sehr stark exponirt zeigt.

Die Exposition des zweiten Bildes eines Aufnahmepaares wird durch die Regulirung an der Röntgenröhre nicht ausgeglichen, da bei der zweiten Aufnahme die Antikathode eine weit höhere Temperatur hat als bei der ersten und daher ein Bild mit anders abgestuften Contrasten liefert, insoweit dem nicht durch eine daraufhin gerichtete Bildentwicklung entgegengearbeitet wird.

6. Der Schutz vor Elektricität und vor Röntgenstrahlen.

Im Gegensatz zu Licht, das bei jeder Entfernung auf den Gesichtssinn einwirkt und bei der Photographie von Gegenständen ohneweiters eine stetige Controle der Aufstellung derselben vermittelt, stehen die dem Licht am nächsten verwandten Kräfte, die

Elektricität und die Röntgenstrahlen. Ausser in besonderen Fällen geben sich diese beiden Kräfte nur durch Nebenumstände kund und lassen sich fast allein durch solche beherrschen. Den Röntgenstrahlen wie elektrischen Wellen kommt eben keine adäquate Sinnesenergie zu.

a) Der Schutz vor Elektricität.

Der besondere Fall, in dem die Elektricität unmittelbar durch einen Sinneseindruck wahrgenommen wird, findet statt, wenn ein Strom von einem Stromleiter aus durch den berührenden Körper abzweigen kann. Das ist nur möglich, wenn der Strom zunächst durch den Körper bis zu einem anderen Punkt der Leitung zurückfliessen kann; denn ist der Körper isolirt, steht man z. B. auf einem trockenen Fussboden, so kann man eine nicht isolirte Leitung mit hoher Spannung ungestraft anfassen. Werden dagegen durch zwei mehr oder minder feuchte Hautstellen gleichzeitig eine Gas-, also eine Erdleitung, und die Anode einer unterirdischen Stromleitung berührt, so kann man bei 65 oder 110 und noch viel mehr bei 220 Volt Spannung einen gewaltigen Schlag gewärtigen, ungeachtet des mehrere 1000 Ohm betragenden Widerstands des menschlichen Körpers. Falls nun statt dessen die zufällige Verbindung wenig Widerstand und nicht nur eine äusserst kurze Dauer hat, so explodiren innerhalb ihrer Kapseln die weiter oben beschriebenen metallischen Sicherungen, die sonst einfach durchschmelzen.

Schäden an Apparaten, vor denen Sicherungen in der Leitung vorschriftsmässig eingeschaltet sind, geschehen weniger bei „Kurzschluss" in strengem Sinne als vielmehr bei mässigen Verminderungen des üblichen Widerstandes, beziehungsweise bei Vermehrungen der Theilspannung im Apparat, welche die Sicherungen nicht zum Schmelzen bringen, aber im Laufe von Stunden oder über Nacht Drahtisolirungen und Holztheile ausdorren oder verkohlen lassen. Solche Schäden durch Dauerstrom dürften am häufigsten bei einer unbeachtet gebliebenen Einschaltung eines schwachen Stromes vorkommen, der nicht imstande war (z. B. infolge vermehrter Reibung in einem Unterbrecher), einen Apparat in Gang zu setzen, der beim Betrieb ein kennzeichnendes Geräusch verursacht. Für solche Apparate empfiehlt sich das Vorschalten einer Signallampe in die Stromleitung.

Der *Joule*'sche Satz, dass die Stromenergie gleicht $IE = WI^2$, dient dazu, den an Centralleitungen mit hoher, z. B. 220 Volt Spannung (E) oft gefürchteten Kurzschluss und seine Folgen wie folgt zu erläutern.

In Fällen, wo zwei Leitungsdrähte, namentlich solche mit beträchtlicher Potentialdifferenz, sich nicht ganz berühren, sondern einander so nahe kommen, dass bei irgend einem Anlass (z. B. Induction in spiralig gewundenen Drähten) ein Funke überspringt, ist bei dem anfänglich grossen Luftwiderstand die Stromstärke (I) zunächst klein; indessen fällt bei der obwaltenden Stromstärke eine möglichst grosse Energie auf den Luftwiderstand, weil der Widerstand im übrigen Kreise auch klein, ja fast immer unvergleichlich kleiner ist, worauf durch die zunehmende Erhitzung der Luft der Widerstand derselben sich bis auf einen kleinen Betrag vermindert und somit eine entsprechend grosse Steigerung der Stromstärke bedingt. Es besteht somit ein Circulus vitiosus, der innerhalb einiger Tausendstel Se-

cunden zur Entwicklung einer bedeutenden Stromstärke führen kann. Da nun die entwickelte Energie mit der Stromstärke steigt, und zwar wie das Quadrat derselben, so sind die Momente klar, die beispielsweise bei Gegenwart hoher Spannung und einem auf irgend eine Weise sich vergrössernden Abstand der beiden Pole aus einem kleinen Funken einen grossen Flammenbogen entstehen lassen können.

In ähnlicher Weise wie ein Feuer durch seine Hitze Nebengegenstände ausdorrt und so zu Zunder macht, so kann auch die in Wärme umgesetzte elektrische Energie die Umgebung einer losen Contactstelle ausdorren, bis dieselbe schliesslich als Zündschnur wirkt. Ueberdies kann auch der auf ungehörigem Wege gehende und in unmässiger Stärke auftretende Strom an anderen Stellen seines Leitungskreises Schaden anrichten.

Bei der Ausübung der Röntgenuntersuchung ist es in Anbetracht des oben Angeführten ferner von Nutzen zu wissen, dass ein momentaner Stromschluss durch den menschlichen Körper auch bei 220 Volt Spannung, insoweit der Schmerzreflex vorhanden und die diesem folgende Zuckung nicht verhindert wird, ungefährlich ist. Bei trockenem Epithel beträgt die Stromstärke nur einige Milliampère. Bei der Montage elektrischer Anlagen besteht sogar die Prüfung, ob eine Doppelleitung Strom führt, darin, dieselbe mit den Fingerspitzen zu berühren.

Der bei 220 Volt und feuchter Oberhaut oft lebhafte Hautschmerz erklärt sich trotz der geringen Stromstärke durch den oben erläuterten Satz und den grossen Widerstand in den Integumenten, die hauptsächlich an den winzig engen Schweisswegen durchgängig sind. Beachtenswerth hierbei ist, dass auch das Fett des Unterhautzellgewebes den Leitungsquerschnitt so weit verringert, dass die Nerven nebst den Blutgefässen zu isolirten Leitungsdrähten werden, in die sich der Strom mit relativ grosser Dichte ergiesst.

Schliesst man nun den Körpertheil statt in einen einfachen „Hauptkreis" zur Stromquelle in einen „Nebenschluss" ein, d. h. in einen Kreis, von dem ein Theil eine gemeinsame Strecke mit dem Hauptkreis bildet, z. B. eine Drahtlänge, bezw. ein Rheostat, wie bei der *Poggendorf-du Bois Reymond*'schen Messmethode der elektrischen Kraftvertheilung, so wird bei eingeschalteten Widerständen, die in beiden Fällen nach Stromschluss denselben Dauerstrom im Object bedingen, der Schmerz weit geringer beim Stromschluss mit dem Object im Nebenkreis als im Hauptkreis.

Der Hauptgrund für diese auffallende Erscheinung liegt, wie leicht ersichtlich, darin, dass beim Stromschluss im Hauptkreis fast die ganze Spannung auf einmal auf das Object fällt und wohl im ersten Augenblick mittels eines an die Haut übergehenden Funkens, während im Nebenkreis die in jedem Moment auf das Object fallende Spannung im umgekehrten Verhältnis zu der dem Hauptkreis zufallenden steht, wie der jeweilige Widerstand des Objectes zum Widerstand im Hauptkreis. Hierdurch erhellt die Thatsache, dass beim Stromschluss im Nebenkreis kein Fünkchen entstehen dürfte, sondern dass statt dessen bei der Vollziehung des Contactes ein kurzes Einschleichen des Stromes stattfinden muss. Es verringert sich also der Schmerz, je höher der in den Nebenkreis eingeschaltete Körperwiderstand ist, statt wie im einfachen Kreise grösser zu werden.

Der Schmerz und die unwillkürliche Zuckung bei der Einwirkung einer Spannung von beispielsweise 220 Volt oder der unvergleichlich höheren Spannungen der Inductionsschläge sind im allgemeinen bei der Röntgenuntersuchung nur insoweit schädlich, als sie Unruhe bei dem Object der Untersuchung hervorrufen; dagegen können durch die Reflexzuckungen werthvolle Apparate wie Röntgenröhren zu Schaden kommen. Leicht bewegliche Schalter am Röntgenapparat sind, wie weiter oben des Näheren beschrieben, eben deshalb sehr empfehlenswerth.

b) Der Schutz vor Röntgenstrahlen.

Der Schutz gegen unmässige Röntgenstrahlen beruht in erster Reihe auf dem steten Bewusstsein der vierfachen Zunahme aller fernwirkenden Kräfte bei verdoppelter Annäherung an ihre Quelle.

Im Gegensatz zu dem nicht unbedeutenden Schmerz, der die Elektricität bei hoher Spannung hervorruft, steht die völlig schmerzlose pathogenische Einwirkung der Röntgenstrahlen, die auch im Falle der Conjunctivitis spurlos vorübergeht, insoweit man den Reiz nicht auf einmal sehr lange oder stark einwirken lässt, beziehungsweise täglich wiederholt, denn die pathogenische Wirkung der Röntgenstrahlen ist eine eminent cumulative.

Bindehautentzündungen am Auge sind bisher, wie es scheint, nur bei Versuchen entstanden, welche angestellt wurden, um die verschiedenen Einwirkungen der Röntgenstrahlen festzustellen. Vorsichtig behandelt, brauchen sie keine Eiterung hervorzurufen, vielmehr entsteht eine grosse, erst nach Tagen entstehende und allmählich schwindende Schwellung mit serösem Secret. Nicht so unbedeutend ist das eigenthümliche Hautekzem der Röntgographen, das, von einer Hyperplasie begleitet, hauptsächlich von der Benützung der Hände als skiaskopisches Object und zum Halten des Leuchtschirms bei der Durchleuchtung wie bei der Prüfung der Strahlenqualität der thätigen Röntgenröhre herrührt.

Die nachtheiligen Folgen der Benützung der Hände zu skiaskopischen Prüfungen sind durch Verzicht auf dieselben während einer längeren Frist und durch die Benützung bei Durchleuchtungen von gewebten Handschuhen, welche dorsal mit einer Bleihaut versehen sind, unschwer zu beseitigen, insofern die Läsionen nicht schon zu weit fortgeschritten sind.

Indessen kommt es bei der fortgesetzten Ausübung der skiaskopischen Prüfung der Strahlenqualität vor der Röntgenuntersuchung auf einen bequemen und genügenden Ersatz für die Hand als Object an. Hierzu dienen die pag. 519 näher beschriebenen Skiameter nach *Bisalski*, nach *Walter*, nach *Benoist* und nach *Ruhmer*, wie ferner, insofern die Röntgenröhre gelb fluorescirt, auch einfache Guckgläser aus blauem Glas entweder in der Form eines Monokels, einer Brille oder eines eingerahmten Glasstücks (s. pag. 520). Hiermit dämpft man beim Anblick der fluorescirenden Röntgenröhre das gelbe Licht derselben und lässt so das blauweisse Anodenlicht zum deutlichen Vorschein kommen, wo es sonst, wie bei etwas harten Röhren ganz unmerklich bleiben würde. Da nun die Röntgenröhre bei einer Regulirung für häufig zu erfüllende Aufgaben das adäquate Vacuum erst dann erreicht, wenn das Anodenlicht mit blossem Auge nicht mehr wahrzunehmen ist, so bildet ein blaues Augenglas für die zweckgemässe Verwendung gelb fluorescirender Röntgenröhren ein bewährtes Mittel.

Bei der Besprechung der Methodik der Röntgenuntersuchung (s. pag. 525—526), insbesondere der Vortheile eines grossen Röhrenabstandes bei Aufnahmen, wurde die thatsächliche Bedeutung des aufgestellten Satzes erörtert, dass bei der Annäherung umfangreicher Körpertheile an die Röntgenröhre die Strahlenintensität an ihrer Oberfläche in weit grösserem Masse als an der Platte beziehungsweise Leuchtschirm zunimmt.

Hieraus ist es ohneweiters ersichtlich, dass man betreffs einer eventuellen pathogenischen Wirkung der Röntgenstrahlen vor allem

auf die Entfernung zwischen Röntgenröhre und Haut bedacht sein muss.

Im weiteren ist die Haut bei nahem Röhrenabstand zu bedecken, insbesondere wo dieselbe mit Kleidung sonst bedeckt ist, denn diejenigen Körpertheile, welche der äusseren Luft und der unmittelbaren Wärmeausstrahlung im allgemeinen nicht ausgesetzt sind, zeigen sich auch in erhöhtem Masse vulnerabel. Ausser der Bekleidung kann dünnes Aluminiumblech zum Schutz dienen.

B. Die Herstellung des Röntgogramms.

Die Erzeugung des latenten Röntgenbildes am lichtempfindlichen Bromsilber der photographisehen Trockenplatte erfolgt durch die Energie der Röntgenstrahlen selbst, die das staubförmig in Gelatine eingeschlossene Salz so verändert, dass das Silber durch chemische Mittel leichter als sonst von dem Brom getrennt, zu undurchsichtigem Metall reducirt wird, und zwar an jedem Bildpunkt je nach der absorbirten Energiemenge.

Die Ueberlegenheit der Röntgographie und der Photographie gegenüber der Röntgoskopie und der optischen Wahrnehmung bei schwachem Licht, und zwar betreffs aller feineren Conturen, lässt sich auf den Umstand zurückführen, dass im Gegensatz zu der Netzhaut des Auges, die für den Augenblick etwa 100—1000mal empfindlicher ist, die photographische Platte bis weit über die zur Aufnahme eines Röntgogramms oder Photogramms nöthige Dauer der Strahleneinwirkung diese summirt.

Das Bromsilber selbst wie auch das Glas der Platte erzeugt, in Röntgenstrahlen gestellt, ein schwaches Fluorescenzlicht, jedoch ist dieses Licht überhaupt zu schwach, um bei der üblichen Dauer der Röntgenaufnahmen das latente Röntgenbild zustande zu bringen, wie das schon aus der grossen Adaption der Augen hervorgeht, die dazu nöthig ist, das Fluorescenzlicht der beiden Quellen zusammen wahrnehmbar werden zu lassen.

Infolge ihrer photographischen Wirkung auf Bromsilber kann man die Röntgenstrahlen zu den „chemischen" Strahlen für Schwermetallverbindungen rechnen, wie die gelben *(Draper)* und die ultrarothen Strahlen *(Engelmann)* zu denen für verschiedene Chloro-, bezw. Chromophyle, d. h. für Verbindungen mit atomisch leichten Bestandtheilen. Kleiner als bei Licht ist die Empfindlichkeit von Bromsilbercollodium im Vergleich mit Bromsilbergelatine gegen Röntgenstrahlen (vgl. *Eder* und *Valenta*).

Das gesammte Fluorescenzlicht einer Bromsilbergelatine-Glasplatte erfordert eine Adaption der Augen von 5—10 Minuten Dauer in absoluter Dunkelheit, ehe es überhaupt wahrnehmbar wird. Es mag 100mal schwächer als das Fluorescenzlicht eines Wolframitleuchtschirmes sein. Wie schwach in absolutem Masse das letztere ist, ergab sich aus einem photometrischen Vergleich mittels des *Bunsen*'schen Fettfleckes nach dem Gesetze der Abnahme der Lichtstärke wie des Quadrates der Entfernung, und zwar mit geaichten elektrischen Glühlampen zu 5 Meterkerzen, bezw. 0·1 Kerze, bei dem ein in 20 Cm. Abstand von der bald nachher rothglühenden Antikathode der Röntgenröhre blauviolett leuchtender Wolframitschirm von 100 Qcm. Ausdehnung in harten Strahlen eine Lichtstärke von 0·0003 (in weichen Strahlen bei grösserer Energiemenge 0·0005) Meterkerze, dagegen ein ebenso grosser Platinbariumschirm in harten Strahlen eine Lichtstärke von 0·0057 (in weichen und auch reichlicheren Strahlen 0·0068) Meterkerze aufwies.

Der gelbgrün leuchtende Platinbariumschirm gibt also je nach der Qualität der verwendeten Röntgenstrahlen etwa 14—20mal mehr Licht als der bläulich leuchtende Wolframitschirm, dieser letztere dagegen viel weniger als $^1/_{100}$ Kerze. Betreffs photographischer Wirkung stehen die beiden Lichtarten infolge ihrer verschiedenen Farbe im umgekehrten Verhältnis. Platinbariumschirme verstärken orthochromatische Bromsilber-

platten; vor gewöhnliche Platten gestellt schwächen sie die Abbildungskraft der Strahlen. Wolframitschirme verstärken den Eindruck auf der Platte in bedeutendem, jedoch verschiedenem Masse, je nach der Frequenz der Stromunterbrechung, und zwar erstens weil sie stark phosphoresciren und zweitens weil das Nachleuchten zuerst schnell, sodann immer langsamer abnimmt.

Die Umwandlung von diaktinischer in physikalisch-chemische Energie in dem latenten Röntgenbild ist weit kleiner als bei Aufnahmen mit gewöhnlichem Licht, da dieses der Hauptsache nach innerhalb der Bromsilberschicht absorbirt wird, die Energie der Röntgenstrahlen dagegen nur zum geringen Theil.

Ferner besteht der Unterschied darin, dass die Absorption der Röntgenstrahlen durch die ganze Schicht fast gleichmässig vertheilt wird, während diejenige des Lichts bei weitem am grössten an der Oberfläche ist und von da an bis zum Glase rasch, ja beschleunigt abnimmt. Mittels vieler aufeinander gelegten Schichten Bromsilberpapiers beziehungsweise durchsichtigen Bromsilbercelluloidfilms kann man mit einem Mal (wie seinerzeit *Frentzel)* über mehr als 20 gleichwerthige Röntgenbilder, dagegen mit Licht nur ein einziges ausreichendes Bild erzeugen. In Uebereinstimmung hiermit kann man sagen, dass das Röntgenbild in einer gewöhnlichen Bromsilbergelatineschicht aus unzähligen gleichwerthigen, übereinander gelagerten Bildern, das Lichtbild aus sehr ungleichwerthigen besteht.

Eine nothwendige Folge der unvergleichlich geringeren Absorption der Röntgenstrahlen als des Lichts in Bromsilber ist, dass die übereinander geschichteten Röntgenbilder im einzelnen im Vergleich mit dem Lichtbild schwach sind. Das ergibt sich auch aus der Thatsache, dass unter Umständen eine einstündige Bestrahlung mit dichten Röntgenstrahlen nicht einer secundenlangen Exposition bei Sonnenlicht gleichkommt.

Die potentiellen Unterschiede zwischen dem latenten Röntgenbild und dem latenten Lichtbild erfordern zur vollen Verwerthung des ersteren eine besondere Behandlungsweise bei der Herstellung des Röntgogramms, die im ganzen dem Lichtbild gegenüber eine erschwerte ist. Die nicht oberflächliche Lage des latenten Röntgenbildes stellt engere Grenzen bei der Wahl der Methoden zur Darstellung aller Einzelheiten desselben.

Ein drittes und schwerwiegendes Moment im photographisch-technischen Sinne kommt noch hinzu, nämlich, dass das latente Röntgenbild im Vergleich mit einem ebenso sachgemäss aufgenommenen Lichtbild fast immer weit kleinere potentielle Contraste besitzt.

Das latente Röntgenbild hat eine innewohnende „Flauheit“ oder Mangel an Contrasten, die der Flauheit überexponirter Lichtbilder gleichkommt, und erheischt wie diese die Verwendung eines daraufhin gerichteten Herstellungsverfahrens.

Die Grenzen der Exposition bei Röntgenaufnahmen sind infolgedessen weit enger gezogen als bei Lichtbildern. Findet eine Ueberexposition beziehungsweise Unterexposition statt, so erlischt ein Theil des Bildes, das bei geeignetem Entwicklungsverfahren klein, bei ungeeignetem gross sein kann. Aber auch bei richtiger Exposition weisen viele Aufnahmen eine grosse Unterexposition an bedeutsamen Stellen des Bildes auf. Röntgenbilder zeigen oft die beiden photographischen Hauptfehler, nämlich Unterexposition und Flauheit, die sonst einander entgegengesetzt sind und bei Lichtbildern nur dort zusammen

vorkommen, wo fast gleichfarbige Gegenstände bei Ueberexposition aufgenommen werden, beispielsweise bei Regenwetter, wenn alles „grau in grau" erscheint. Ebenso wie solche subtile Lichtaufnahmen bedürfen richtig exponirte röntgographische einer ganz sachgemässen Entwicklung.

Flauheit bei Unterexposition bildet die Haupteigenschaft der Röntgogramme des Kopfes und des Abdomens. Bedeutende Flauheit infolge von Ueberexposition — der häufigste Fehler bei Lichtaufnahmen — zeigt sich unter Röntgenbildern fast nur bei denjenigen der Hand, namentlich an den Fingern. Der bei der distalen Verjüngung partiellen Ueberexposition der Hand bezw. des Fusses lässt sich in einfacher Weise bei der Aufnahme dadurch vorbeugen, dass man eine Metallplatte rhythmisch über die Finger hin und her bewegt, und zwar bis zur Mittelhand und zurück. An grösseren Röntgenbildern, namentlich des Thorax, werden bei Ueberexposition die Umrisse von rundlichen Weichtheilen insbesondere des Herzens leicht verwischt. Auf der Copie des Glasbildes kann z. B. das Herz, zumal wenn klein, aus dem deutlichen Bild des Brustkorbes verschwinden.

Die Herstellung des Röntgogrammes hat also, und das oft, gleichzeitig mit den zwei entgegengesetzten Schwierigkeiten der Photographie zu kämpfen, die bei dieser im allgemeinen nur getrennt vorkommen und denen dann unschwer abgeholfen werden kann.

In der Röntgographie erweitert sich allerdings bei gewissen dickeren, bezw. stellenweise sehr verschieden dichten Objecten der Umfang der Contraste, und zwar bis über das photographisch Darstellbare hinaus, ebenso wie in der Photographie, beispielsweise zwischen der Schatten- und Sonnenseite einer grell beschienenen Strasse oder zwischen Wolken am hellen Tageshimmel und Gegenständen auf der Erde. Bei der Entwicklung des sichtbaren Bildes schwindet dann ohneweiters der eine Theil beim Deutlichwerden des anderen Theils.

Der Begriff der zulässigen Schwankungen der Exposition für Röntgenaufnahmen bezieht sich vornehmlich auf die Zeitdauer, nicht auf die Energiemengen. Diese letzteren weisen unverhältnismässig grössere Unterschiede auf und das sowohl zwischen verschiedenen Aufnahmen, als auch zwischen den verschiedenen Theilen einer und derselben Aufnahme.

Die Entwicklung des sichtbaren Bildes.

Die Erzeugung des sichtbaren Bildes auf einer Bromsilbergelatineplatte erfolgt in wässerigen Lösungen bei Zimmertemperatur durch reducirende Substanzen mit beigegebenem Alkali, welches Sauerstoff an diese Substanzen abgibt und dabei Brom aus dem durch Licht beziehungsweise Röntgenstrahlen leichter spaltbar gewordenen Bromsilber aufnimmt.

Der Zustand der von Licht- bezw. Röntgenstrahlen getroffenen mikroskopisch feinen Körnchen des Bromsilbers ist nicht genau bekannt. Jedenfalls besteht eine minimale, bei der üblichen Exposition nicht sichtbare Anschwärzung, bezw. Reduction, da eine Bromsilbergelatineplatte, dem diffusen Tageslicht ausgesetzt, bald an den von Licht getroffenen Stellen einen Anflug von Schwarzviolett zeigt. An nascentem feuchten Bromsilber tritt noch weit rascher als sonst an belichteten Stellen eine bedeutende und reinere Schwärzung auf, die ähnlich wie das Entbinden von Jod aus Jodkali im Licht, auf eine weitgehende Dissociation, bezw. eine locale Vertreibung des Broms schliessen lässt.

Dieser physikalisch-chemische Vorgang heisst „Bildentwicklung" oder „-Hervorrufung", die reducirende Lösung „Entwickler" oder „Hervorrufer". Die dazu geeigneten, nicht unmässig stark reducirenden Körper werden „Entwicklersubstanzen" oder auch kurz „Entwickler" genannt.

Die Entwicklersubstanzen sind mit Ausnahme des für Glasbilder wenig mehr gebräuchlichen Eisenoxyduloxalats im wesentlichen organischer Natur und stammen aus der Reihe der höheren hydroxylirten beziehungsweise ad hoc weiter modificirten Phenole.

Gewisse chemisch complicirte Entwicklersubstanzen, die eine rasche oberflächliche Wirkung entfalten, werden „Rapidentwickler" genannt.

Einige derselben, insoweit sie leicht löslich sind und nach ihrer Oxydation so bleiben, wirken auch in der Tiefe der gequollenen Gelatine.

Die organischen Entwickler werden während der Entwicklung in ihrer Reductionswirkung unterstützt und vor Oxydation durch die umgebende Luft geschützt durch die Beigabe von schwefligsaurem Natron, das freien Sauerstoff besonders leicht aufnimmt.

Das Natrium sulfurosum wird kurz „Sulfit" genannt, enthält aber, auch wenn krystallinisch und mit „purum" bezeichnet, einen bedeutenden Procentsatz des Sulfats.

Bei dem Gebrauch in Entwicklerlösungen übt das Sulfat eine verzögernde Wirkung und ausserdem eine bildstörende Reduction des nur wenig durch Licht bezw. Röntgenstrahlen veränderten Bromsilbers aus, die man „chemische Schleier" nennt. Beim Verwittern der Krystalle des Sulfits und noch mehr in Lösungen, die nicht von der Zimmerluft abgeschlossen sind, bildet sich Sulfat. Eine bei Zimmertemperatur gesättigte Lösung (1 : 4) hält sich am besten in einer Klärflasche, die oben am Pfropfen ein Wasserventil trägt. Aus einer Lösung, welche Sulfat enthält, wird durch eine salzsäurehaltige Chlorbariumlösung weisses, schweres Bariumsulfat niedergeschlagen.

Nach der Menge und Stärke des Alkalis im Entwickler bemisst sich die Schnelligkeit der Hervorrufung und vermehrt sich ceteribus paribus die Oberflächen- gegenüber der Tiefenwirkung eines Entwicklers, wobei alle Contraste im Bilde vermindert werden.

Beschleunigt wird die Entwicklung der Bromsilbergelatineplatte auf chemischem Wege durch die Menge disponiblen Alkalis und verzögert je nach der Menge des gebildeten beziehungsweise Bromalkalis. Die beschleunigende Kraft der Alkalien richtet sich nach der Beweglichkeit ihrer Ionen — aufsteigend in der Reihe der Substanzen, primäres Natrium(„bi")carbonat, $NaHCO_3$; krystallinisches Natrium(„mono")carbonat, $Na_2CO_3 + 10 aq.$ („Krystallsoda"): Kaliumcarbonat („Pottasche"): Aetznatron und Aetzkali — und hängt mit der Kleinheit der Ionen und der Löslichkeit dieser Substanzen zusammen.

Physikalisch und chemisch wirkt Wärme beschleunigend und Kälte bedeutend verzögernd auf die Entwicklung ein, bis unterhalb etwa 15° C. alle befriedigende Bildentwicklung aufhört.

Wärme und viel Alkali rufen flaue, contrastlose, detailreiche Bilder im Gegensatz zu harten, detailarmen hervor.

Aus verschiedenen Momenten chemischer und physikalischer Natur, die auf den Charakter des entwickelten Bildes einwirken, ergeben sich von selbst die Grundeigenschaften, welche eine für die Röntgographie vorzuziehende Entwicklersubstanz in sich vereinigen soll. Dieselben sind grosse Löslichkeit mit und ohne Alkali, Ausgiebigkeit, Gebrauchsfähigkeit ohne Aetzalkali und geringe Empfindlichkeit gegen Wärme und Kälte.

Im Vergleich hiermit kommen die bisher zwar nur für Lichtbilder festgestellten, sehr geringfügigen Unterschiede in der Kraft verschiedener Entwicklersubstanzen, alles Mögliche im latenten Bild „herauszuholen", wenig in Betracht.

Die verschiedenen Entwicklersubstanzen lassen sich im allgemeinen in „rapid", mässig und langsam wirkende und auch dadurch in oberflächlich und tief wirkende Substanzen theilen.

Unter Rapidentwickler befinden sich die ausgesprochensten oberflächlich wirkenden und unter langsam wirkenden diejenigen, die vornehmlich in der Tiefe wirken.

Die Tiefentwicklung, deren Vorzug bei der Röntgographie in der Hebung der zarteren Contraste besteht, bringt indess gelegentlich, beispielsweise beim Bilde des Thorax und Abdomens zu beiden Seiten des Zwerchfells, einen so grossen Hauptcontrast zustande, dass die feineren Umrisse und Schatten nur am Glasbild beiderseitig, dagegen an der Copie ohne besondere Kunstgriffe nur einseitig erhältlich sind.

Die ältest bekannte, noch gebräuchlichste und hervorragendste Entwicklersubstanz ist das Pyrogallol, ein dreifach hydroxylirtes Benzol bezw. Phenol.

Das Pyrogallol ist der Typus der langsam-tiefwirkenden Entwicklersubstanzen. Der Nachtheil des Pyrogallols, in alkalischer Lösung bald einen gelben bis braunen photographisch ungünstigen Farbstoff zu bilden, fällt dann fort, wenn jedesmal ein mit frisch aufgelöster Substanz angesetzter Entwickler verwendet wird. Dieses Verfahren gewährt auch den ferneren Vortheil, immer einen Entwickler von gleicher Kraft gebrauchen zu können und wird ermöglicht einmal durch die grosse Löslichkeit der Substanz, sowohl absolut als auch infolge der Nadelform der Krystalle, sodann durch die flockig voluminöse Beschaffenheit der Masse, die eine hinreichend genaue Schätzung zulässt (angesichts der geringen Bedeutung mässiger Schwankungen in der Menge der Entwicklersubstanz). Die weiteren Vorzüge des Pyrogallols sind grosse Ausgiebigkeit, relativ kleine Empfindlichkeit gegen Verminderungen der Temperatur, relativ kleine Einwirkung auf unverändertes Bromsilber und Beständigkeit der überall erhältlichen, für technische Zwecke in grosser Reinheit verwendeten Substanz.

In heissen Klimaten bezw. Dunkelkammern ist die Eigenschaft des Pyrogallols, die Gelatineschicht leicht zu gerben, von grossem Werth, indem bei einem Ersatz von Pottasche durch Soda oder einem Zusatz von Citronensäure nebst einer Vermehrung der Menge Entwicklersubstanz wie des Sulfits in beiden Fällen das durch Wärme verursachte „Kräuseln", bezw. die unmässige Ausdehnung und Abhebung der Gelatineschicht vom Glase verhindert, und zwar auch ohne den Gebrauch von Alaun-, Formalin- oder sauren Fixir-Bädern, die die Gelatine stark gerben und alle weiteren Processe ausser dem Trocknen der Platte erschweren und verlangsamen.

Die Anpassung an erhöhte Temperatur durch Verminderung der Stärke des Alkalis erfolgt nach der photographisch-chemischen Gleichwerthigkeit, Pottasche 1, Soda 3, „Bikarbonat" etwa 10.

Ein einfaches und meist völlig ausreichendes Mittel gegen Kräuseln der Gelatine ist das Kühlhalten des Entwicklers im Entwicklungsgefäss durch ein umgebendes Wasserbad von geeigneter Temperatur. Hierdurch kann man mit einem Entwicklerbad von 25° C. bei niedriger oder hoher Zimmertemperatur arbeiten.

Ein zweckmässiger Pyrogallolentwickler für Röntgenbilder, die in den Schatten „klar" und in den „Lichtern" dicht entwickelt, setzt sich aus folgenden Bestandtheilen zusammen, die je nach den Umständen (Temperatur, Exposition, Contraste im Object, Entwicklungsdauer, Plattenempfindlichkeit) verschieden bemessen werden können, wobei jedoch im allgemeinen nur der Alkaligehalt verändert wird.

Der Pyrogallolentwickler.

Alkali		100 Ccm. Entwickler	
Pottasche,		Natriumsulfitlösung (1:4) .	40 Ccm.
Krystallsoda,		Wasser	60 „
Gelbes Blutlaugensalz aa.	. 3	Pyrogallol trocken . . .	$^1/_2$ Grm.
Wasser	.33	Alkali	2—8 Ccm.

Die Menge des Pyrogallols wird nach Augenmass bezw. nach einem vorliegenden Muster geschätzt. In der Entwicklerlösung befindet sich kein Bromkali, da dieses Salz (auch das im einmal gebrauchten Entwickler gebildete) zarte Schatten nicht entwickelt, vielmehr chemisch rückgängig macht *(v. Hübl)*. Frische bezw. nicht sehr lange und wohl aufbewahrte Platten bester Qualität lassen sich ohne Bromkali und ohne das Auftreten eines bedeutenden chemischen Schleiers entwickeln, insofern, wie oben angegeben, die Alkalimenge klein genommen wird.

Der obige Pyrogallolentwickler weicht in seiner Zusammensetzung von einem unter Berufsphotographen bekannten nur darin ab, dass erstens eine gesättigte Sulfitlösung gefordert wird, die sich, vom Luftwechsel abgeschlossen, auch in grossen Flaschen im warmen Zimmer hält und zweitens in der Vermeidung der bei Lichtaufnahmen zulässigen Alkalimenge von 15 Ccm. pro 100 Ccm. Entwickler. Durch den Gebrauch der

festen Entwicklersubstanz wird der im Sommer oft vergebliche Versuch, eine haltbare Pyrogallollösung herzustellen, umgangen. Wenn statt der obigen alkalischen Sulfitlösung „saure Sulfitlauge" (Natr. bisulfuros) verwendet wird, die den Vorzug besitzt, frei von Sulfat zu sein, so muss etwa die doppelte Alkalimenge verwendet werden. Zum dauernden Schutz der einfachen Sulfitlösung gegen Oxydation durch den Sauerstoff der Luft kann ein Zusatz von Säure verwendet werden, indessen wird dasselbe durch einen Ausschluss der Luft aus der Flasche, die die Lösung enthält, erreicht, und zwar vermittelst eines einfachen Wasserventils am Pfropfen der Flasche, das aus einem Reagenzglase, das unten am Pfropfen hängt, und einer den letzteren durchgehenden Glasröhre bestehen kann.

Die Benutzung von Pottasche und Soda zusammen gestattet die Verwendung einer Alkalilösung von gleicher Zusammensetzung oft das ganze Jahr hindurch. Der Zusatz des Ferrocyankaliums zum Entwickler verschafft dem Bilde grössere Dichtigkeit und etwas grössere Klarheit, die beide im latenten Röntgenbild potentiell mangeln.

In der überreichen Reihe moderner Entwickler weicht am weitesten von dem Pyrogallolentwickler diejenige fertige Entwicklerlösung ab, die aus Paramidophenol, Sulfit und Aetznatron besteht und „Rodinal" genannt wird.

Rodinal eignet sich zur Schnellentwicklung von Röntgogrammen, wo das Bild ein genügend exponirtes ist, wie auch dort, wo grosse Contraste bestehen, wie bei Fremdkörpern in den distalen Theilen der Extremitäten, deren Sitz rasch entschieden werden soll und ferner bei Thoraxaufnahmen, wenn die Hauptumrisse in Frage kommen.

Infolge der Schwerlöslichkeit des Paramidophenols, die das Aetzalkali bei der Entwicklung erfordert, wie vielmehr der Schwerlöslichkeit der Oxydationsproducte, die aus der Gelatine nur langsam herausdiffundiren, hat das Rodinal an allen reichlich bestrahlten, bezw. belichteten Stellen der Platte die Eigenschaft eines Oberflächenentwicklers und gewinnt dadurch das Vermögen, sehr grosse Contraste im Bilde je nach den Umständen mehr oder weniger abzumildern, während an allen Stellen, wo das Bromsilber wenig verändert ist, also wenig chemische Arbeit erfordert, die Entwicklung ungehindert zu Ende geführt wird.

Ausser durch einen Bromkalizusatz (nebst vermehrter Entwicklersubstanz) lässt sich die Neigung zur „Flauheit" und „Dünne" der von Rapidentwicklern entwickelten Bilder, durch weitgehende Verdünnung des Entwicklers und Vermehrung der Dauer der Entwicklung bekämpfen. Bei der sogenannten „Standentwicklung", bei der die Platten aufrecht in einer von Luft und Licht abgeschlossenen Entwicklerlösung stehen, wird im allgemeinen sehr verdünnte Entwicklerlösung verwendet. Je nach der Verdünnung richtet sich die Dauer der Entwicklung.

Standentwickler in den üblichen Verdünnungen rufen „weiche" Bilder, d. h. solche mit abgemilderten Contrasten hervor, sie eignen sich beispielsweise für photographische Momentaufnahmen, deren potentielle Contraste übergross sind, und somit auch für kurz exponirte Röntgenaufnahmen, wo grosse Contraste abgemildert werden sollen, damit möglichst viele von den zarteren Umrissen in den „Lichtern" wie auch in den Schatten auf der Copie erscheinen.

Ueberexponirte Lichtaufnahmen bis zum 30fachen werden unter Umständen durch die Standentwicklung bei etwa bis zu vierfach verschiedener Dauer gleichgestellt. Dieses günstige Resultat lässt sich nicht auch nur annähernd bei Röntgenaufnahmen erreichen, und das umsoweniger, je weniger diaktinisch contrastreich die aufgenommenen Objecte waren.

Ein vermehrter Zusatz von Entwicklersubstanz vermehrt die Contraste im Bilde im Gegensatz zu Alkalien als Beschleuniger.

Die rasche Entwicklung empfiehlt sich für Aufnahmen von Fremdkörpern in Körpertheilen, deren Knochen sammt innerer Structur leicht zur Abbildung gelangen, d. h. im allgemeinen die Extremitäten unterhalb des Schulter- und Hüftgelenks und des Thorax, namentlich bei mageren oder jugendlichen Individuen, und zwar wo grobe Con-

38*

touren, wie des Herzens, der Rippen und des Zwerchfells verzeichnet werden sollen. Dieselbe dauert je nach der Plattengrösse 3—6 Minuten.

Die langsame Schalenentwicklung wird jeder Art Röntgenaufnahme gerecht. Dieselbe dauert etwa 6—20 Minuten.

Die Standentwicklung eignet sich insbesondere für die drei kleineren Plattengrössen, namentlich bei Grossbetrieb, wie auch für grössere Bilder mit grellen Schattenunterschieden, die copirt werden sollen. Dieselbe kann je nach den Umständen $^1/_3$ Stunde bis $^1/_2$ Tag andauern.

Ein Röntgenbild ist dann genügend entwickelt, wenn die Zeit von Anfang an bis zum ersten „Grauwerden" des Bildes sich etwa 10mal vervielfacht hat oder bis kleine Platten an der Rückseite stark, grosse schwach grau geworden sind.

Richtig exponirt ist das Bild eines contrastreichen Objects, wenn bei der Entwicklung die Knochen nicht gleich, aber bald nach den Weichtheilen grau werden.

Brauchbare Standentwicklerlösungen sind die folgenden:

Citronensäure . . .	5	Rodinal	10—100	Wasser, heiss	1600
Pyrogallol	10	Sulfitlösung (1 : 4)	40—400	Glycin	20
Pottasche	25	Wasser luftfrei . .	10.000	Krystallsoda	300
Sulfitlösung (1 : 4) .	400			Sulfitlösung	80
Wasser, luftfrei . .	10.000			Wasser	8400

Die verschiedenen Glycinentwickler arbeiten wie die Hydrochinonentwickler bei Temperaturen unter 15° C. ungemein langsam. Wasser für Standentwickler wird dann genügend luftfrei, wenn es bis 40—50° C. erhitzt wird, doch auch dann bedarf es mehrerer Stunden Abkühlung vor der Verwendung. Beim Gebrauch des Glycinentwicklers werden die Platten frühzeitig aus dem Bad entfernt, da sonst ein Gelbschleier auftritt.

Durch eine Verstärkung der Platte lässt sich der Gelbschleier entfernen, wodurch „brillante Bilder", allerdings auf Kosten zarterer Conturen erhalten werden. Thiosulfat und noch mehr Sulfit rufen mit Glycin zusammen einen Gelbschleier hervor, der das Copiren der Bilder sehr verlangsamt und ungleich macht.

Die Schalenentwicklung wird mittels kleinerer Mengen frisch angesetzter Entwicklerlösungen in offenen Schalen ausgeübt. Letztere sind wenig größer als die jeweilig entwickelte Plattengröße. Die 6 gebräuchlichen Plattengrössen nebst den erforderlichen Entwicklermengen für Schalen mit ebenem Boden sind die folgenden:

6 × 8 u. 9 × 12 Cm.	13 × 18 Cm.	18 × 24 Cm.	24 × 30 Cm.	30 × 40 Cm.	40 × 50 Cm.
50 Ccm.	100 Ccm.	200 Ccm.	300 Ccm.	400 Ccm.	500 Ccm.

Längliche Platten empfehlen sich nicht für Localisationen und brechen leicht entzwei.

Bromsilberpapier eignet sich fast nur für Localisationen von derben Fremdkörpern, da bei Mangel an Bromsilber wie an Durchsichtigkeit zarte Schatten verschwinden. Die Entwicklermengen (s. pag. 601) betragen etwa die Hälfte der obigen.

Um die angegebenen Flüssigkeitsmengen mit immer vollkommener Bespülung der Platte und keine Ueberspülung des Inhaltes der Schale bei gedämpftem Licht verwenden zu können, sind zwei Vorkehrungen erforderlich, einmal eine wagerechte Tischfläche, sodann eine Kippvorrichtung, um das Gewicht der Schale sammt Inhalt zu tragen und um ein bestimmtes Mass kippen zu lassen. Beides wird durch eine einfache Wippe aus Holz oder Blech erreicht, die unter die Mitte der Entwicklungsschale zu liegen kommt. Die umgeschlagenen Enden der Blechwippe, bezw. der Querschnitt der Holzwippe hat die Form der Klappe eines Briefumschlages. Der Kippungswinkel kann 10 Grad betragen. Unter grösseren Schalen mit biegsamem Boden legt man auf die Wippe ein Stück geschwärzten Eisenblechs mittlerer Grösse. Mit leichtem Fingerdruck kann dann die grösste Schale sammt Entwickler langsam fast ohne Mühe und ohne Gefahr eines Uebergusses oder des Auftretens von Entwicklungsfehlern infolge mangelnder Ueberspülung hin und her gekippt werden.

Automatische Kippungen bewirken die elektromagnetischen Kippvorrichtungen nach *Hofmeister* und nach *Gocht*. Ein Hilfsmittel, das eine unbeabsichtigte Ueberdauer der Entwicklung verhüten kann, bildet eine Klingeluhr mit verstellbarer Frist

Die Fertigstellung des Röntgogramms.

Die Weiterbehandlung des Röntgogramms schliesst sich aufs engste an die allgemein giltigen Sätze der Photographie an und weicht nur von den Erfahrungen bei Lichtaufnahmen kleinen Formats ab, da grosse Platten eine weit dickere Gelatineschicht tragen, welche alle Processe, die mit Colloiddiffusion verknüpft sind, zumal bei niederer Temperatur, stark verlangsamen.

Nach der Entwicklung liegt die Platte je nach der Grösse 1—10 Minuten in Wasser von Zimmertemperatur, sodann 5—40 Minuten in einer einfachen (häufig erneuerten) etwa 20%igen Natronthiosulfatlösung, „Fixirbad“ genannt, von mässiger Temperatur (unter Umständen nach einem Zusatz von Eis bezw. warmem Wasser).

Die „ausfixirte“ Platte wird in laufendem Wasser, wenn über 12° C. 10—40 Minuten, unter 12° C. um soviel länger „ausgewässert“.

Die feuchte Platte trocknet schnell nach einer 1—2—3maligen Ueberschwemmung mit Brennspiritus, wobei dieselbe durch ein kleines Brett als Griff wagrecht gehalten wird. Nach Verdunstung des Alkohols, vor den unten beschriebenen Leuchtkasten gestellt, trocknet die Platte im besten Falle in 10 Minuten ab.

Bilder mit ungenügender Deckung werden „verstärkt“, indem sie zunächst in einer 2%igen Sublimatlösung (sp. Gew. 1020) verbleiben bis sie gebleicht sind. Nach gründlichem „Auswässern“ liegen sie etwa 1 Minute in (1 : 5) verdünntem Ammoniak, bis sie durchgeschwärzt sind.

Bei übermässiger Deckung oder Schleier wird das Bild durch Kupfersulfat- oder Natronthiosulfatbäder abwechselnd in kurzer Zeit bis zur Brauchbarkeit „abgeschwächt“. Es dienen hierzu: *A.* Kupfersulfat 10, Chlornatron 300, Wasser 1000, 10fach verdünnt, und *B.* frisches „Fixirbad“. Nach jedem Bad wird die Platte abgespült und zuletzt „ausgewässert“.

Die Besichtigung und Beurtheilung des Glasbildes.

Die Besichtigung des Glasbildes ist der wichtigste Theil der röntgographischen Untersuchung, da es sich mit dem Resultat derselben befasst, und lehnt sich zunächst an eine genauere Kenntnis der photographischen Beschaffenheit von mustergiltigen und von fehlerhaften Röntgogrammen, sodann an die verschiedenen Disciplinen an, auf welche schon oben in mehrfacher Beziehung hingewiesen wurde.

Diese diagnostische Besichtigung soll in allen Fällen langsam, ruhig und nachdenklich vor sich gehen. Von dem Ausgang derselben hängen vitale Entscheidungen häufiger und mehr unmittelbar ab, als von jeder anderen Art Untersuchung innerer Organe.

Das röntgographische Glasbild wird zunächst mit Rücksicht auf die zu beantwortenden Fragen läsionärer, diagnostischer und prognostischer Natur besichtigt und beurtheilt, zweitens werden Nebenbefunde genau betrachtet und verwerthet, drittens erwägt man an der Hand des vorangehenden Studiums, ob die bedeutsamen Bildtheile durch eine „Verstärkung“ an Deutlichkeit gewinnen würden, und ob eine zweite beziehungsweise andere Projection erfolgen soll, viertens stellt man entweder eine definitive oder eine weitere provisorische Diagnose auf und schliesslich wird, wenn das Glasbild copirt werden soll, ein entsprechender Vermerk, etwa mit Fettstift, auf der Glasseite angebracht oder die Schatten, worauf es ankommt, umkreist.

Für die Besichtigung der Glasbilder von grösster Bedeutung ist die Anordnung zur Durchleuchtung der Platte, die sich zwei Bedingungen zu unterwerfen hat, nämlich 1. dass das ganze Licht, das das Auge trifft, durch die Platte kommt, 2. dass die Randzone der

Platte, welche seitlich oder an den Enden viel dunkler als die Mitte derselben ist, auch direct durchleuchtet wird.

Ein Leuchtkasten zu diesem Zwecke kann mit bedeutendem Vortheil mehrfach reihenweise angeordnete Glühlämpchen zu je 4 Kerzen Lichtstärke besitzen. Wenn der Kasten an der Innenwand mit nicht grossen Stücken Metallpapier ausgekleidet ist, und zwar punktweis befestigt, damit bei der unvermeidlichen Schrumpfung des Kastens keine cylindrischen Spiegel gebildet werden, so erhält eine vorn befindliche Milchglasscheibe eine vollkommen gleichmässige Beleuchtung auch bei wenig Tiefe (beispielsweise 25 Cm.) des Kastens. Zum Vergleich grosser Glasbilder miteinander sind zwei Leuchtkasten empfehlenswerth, die sich nebeneinander auf einem Tisch aufstellen lassen.

Vorne kann der Kasten um etwa 20 Grad schräg rückwärts abfallen, damit die Bilder bezw. die dieselben enthaltenden Rahmen ohneweiters angelehnt bezw. leicht vertauscht werden können. Zum Unschädlichmachen der durch die Lampen entwickelten Hitze muss oben und unten für Ventilation gesorgt und zur Vermeidung von Spalten im Holze eine ganz sachgemässe Bauart angewendet werden.

Zur Speisung von 12 Glühlampen à „16 Volt“ kann mit vortheilhafter Erhöhung der Helligkeit auf jede Lampe 18 Volt fallen, bei Verwendung von 220 Volt Spannung also die Lampen einfach hintereinander geschaltet werden, wobei die Stromstärke etwa 0·4 Ampère beträgt. Bei 110 Volt kommen zwei Parallelkreise und bei 65 Volt deren drei zur Verwendung, andererseits können acht Accumulatoren grossen Formats und reichlicher Plattenzahl bei Nebeneinanderschalten der Lampen benutzt werden. Ausgebrannte Lampen schaltet man in den ersten beiden Fällen mittels eines gebogenen Stückes Blech heraus, welches an beiden Seiten der Lampenfassung gehalten, die unterbrochene Stelle überbrückt, den Strom durchlässt und die übrigen Lampen zum Leuchten bringt.

Bildfehler.

Veranlassung zu fehlerhafter Deutung von Röntgogrammen liegt ausser in Undeutlichkeiten der diaktinischen Abbildung und der Projection überlagernder Körpertheile auch in ungenügender Beachtung der mannigfaltigen Bildfehler, die seltener auf das Fabrikat (sogenannte „Plattenfehler“) als auf eine leicht genommene röntgographische Technik zu beziehen sind, zumal angesichts der oft grossen, im ganzen auch sehr ungleich grossen Platten, die eine mehr oder weniger verschiedene Behandlung nebst viel Geräthschaft bester Art bedürfen.

Die verschiedenen technischen Bildfehler lassen sich nur ausreichend kennen lernen, wenn man sie bewusst macht. Sie entbehren infolgedessen einer näheren Beschreibung und fallen in praxi leicht ausser Betracht, wenn entweder zu ihrem Ausschluss oder zur anderweitigen Sicherung des Untersuchungsresultats zwei Aufnahmen gemacht werden, wie das namentlich in forensischen Fällen von Werth sein kann. Auch sonst bilden sie eine reiche Quelle für Irrthümer, die indessen bei Umsicht und Uebung in der Deutung von Allem, das man auf der Platte zu sehen bekommt, bald versiegt.

Die allgemeinen Bildfehler, denen bei der röntgographischen Aufnahme und bei der Entwicklung des Bildes mehr oder weniger vorgebeugt werden kann, sind die folgenden:

1. Ungenügende „Deckung“, die von weichen Strahlen, kurzer Exposition, kurzer Entwicklung und Mangel an Entwicklersubstanz oder auch Alkali im Entwickler herrühren.

2. Uebergrosse locale Deckung, die von langer Entwicklung namentlich beim Zusatz von Bromkali zum Entwickler herrühren.

3. Mangel an Contrasten von Bildern an contrastreichen Objecten, die von harten Strahlen, Ueberexposition, vielem Alkali im Entwickler und von kurzer Entwicklung herrühren.

4. Unscharfe oder verwaschene Contouren, die von Bewegungen des Objects herrühren und auch bei weniger als einem Millimeter Breite das Bild seiner feinen Contouren berauben. Eine einmalige Bewegung im mittleren Verlauf einer Aufnahme ruft Doppelcontouren hervor. Das Bild des Herzens wird unscharf nach Ueberexposition.

Das Auftreten und Vorbeugen dieser Bildfehler gehen zur Genüge aus den oben und in den ersten zwei Capiteln ausführlich erörterten Wirkungen der verschiedenen ursächlichen Momente hervor. Bildfehler infolge der Anwendung harter Strahlen stellen sich am häufigsten bei der Benutzung von Röntgenröhren ein, die keine ausreichende Regulirungsvorrichtung besitzen. Weiche Strahlen ergeben schwache Bilder am häufigsten, wenn durch unmittelbar vorhergehenden Gebrauch der Röntgenröhre, namentlich bei Glut der Antikathode, das Vacuum erheblich erniedrigt ist. Unterexposition tritt auf bei „weich werdenden" Röntgenröhren, bei Momentaufnahmen und bei Unterbrechung der Aufnahme infolge einer Bewegung des Objects. Ueberexposition findet am häufigsten bei Aufnahmen von dünneren, leicht durchstrahlbaren Körpertheilen, d. h. der Hand, des Fusses, des Thorax und auch des Beckens bei kleinen Kindern statt.

Die verschiedenartigen Bildfehler entstehen bei der Exposition, bei der Entwicklung und durch Zufall. Betreffs ihrer Ausdehnung zerfallen sie in allgemeine und locale Bildfehler. Unter Umständen, namentlich bei der Feststellung von Concrementen im Körper, kann schon die geringe Möglichkeit des Auftretens verhängnisvoller Irrthümer von vornherein die Anfertigung mehrerer Aufnahmen erheischen.

Ursachen allgemeiner Bildfehler.

1. Bewegungen des Objects bei der Aufnahme.
2. Unzweckgemäss harte Strahlen.
3. „ weiche „
4. „ kurze Exposition.
5. „ lange „
6. „ „ Entwicklung.
7. Ungenügend „ „
8. Alkali und Bromkali im Ueberschuss im Entwickler.
9. Thiosulfat im „Entwickler."
10. Ruhen der Platte im concentrirten Entwickler.
11. Dämpfe und Feuchtigkeit bei lagernden Platten.
12. Röntgenstrahlen.
13. Licht.

Ursachen localer Bildfehler.

1. Licht, das die Platte vor, während oder nach der Aufnahme stellenweise getroffen hat.
2. Ungehörige Röntgenstrahlen.
3. Localer Druck, zumal durch feuchte Cassettendeckel.
4. „Kratzer" mit Papier u. a. m.
5. Funken, die die Platte treffen.
6. Alkalische und saure Dämpfe.
7. Berührung feuchter Gegenstände, insbesondere der Haut.
8. Minimale Mengen anhaftender Substanz von berührten Gegenständen, z. B. Thiosulfat, Säure, Alkali, Cigarrenasche.
9. Einwicklungs - Papier ausser dünnstem, frischem Cellulosepapier.
10. Berührung mit Hart- beziehungsweise Weichgummi, die an der Luft gebildete Schwefelsäure abgeben.

11. Anhaftende Luftblasen bei rascher Entwicklung, die nicht gleich fortgeschwemmt werden.
12. Alkali- beziehungsweise Bromkalilösung, die auf die Platte durch die Entwicklerlösung hinzugegossen wird.
13. Entwicklerschalen mit unebenem Boden, zumal bei krummen Platten.
14. Schiefheit der Unterlage der Entwicklungsschale.
15. Rasche Kippungen grosser Entwicklungsschalen.
16. Plötzlich beschleunigte Trocknungen der Platte.
17. Anschmelzungen der Gelatineschicht.
18. Thiosulfattropfen auf nassen, trocknenden oder trockenen Platten.
19. Grobe Flecke auf grossen Platten, die nicht auf kleineren von derselben Provenienz erscheinen.
20. Kleine Sterne, Krystalle, Bakteriencolonien u. a. m.
21. Luftblasen in der Gelatine und im Glase.

Eine Erscheinung, die zuweilen als einen durch Druck entstehenden Bildfehler aufgefasst wird und sich doch schliesslich wie viele andere zuerst fremde Erscheinungen als eine getreue Darstellung von körperlichen Umrissen herausstellt, ist die unscharfe Abbildung des oberen Randes der Mm. glutaei medii, welche besonders stark in Fällen von dauernder, beispielsweise arthropathischer Hüftluxation bei Erwachsenen auftreten kann. Eine Verstärkung des Schattens desselben Muskels ist oft bei Kindern mit angeborener Hüftverrenkung durch eine scharfe obere Contour an der Darmbeinschaufel begrenzt.

Die röntgographische Dunkelkammer.

In der röntgographischen Dunkelkammer ist infolge der schwerwiegenden Bedeutung der in derselben hergestellten Bilder das Erste und Beachtenswertheste nicht sowohl der Begriff der Sauberkeit und der Ordnung als die Gestaltung der Einrichtung, derart, dass die verschiedenen Manipulationen möglichst leicht und richtig vor sich gehen. Die Regel für alle Personen und Gegenstände, dass letztere immer von ersteren gleich nach der Benützung, eventuell nach gründlicher Abspülung, an Ort und Stelle zurückgelegt werden, wird dann erst dauernd eingehalten.

Der zuverlässigste Gehilfe ist ceteribus paribus derjenige, der eine ausreichende Schulung in der Röntgographie genossen hat. Da die Ziele der Photographie mit denen der Röntgographie nicht identisch sind, hat oft der Berufsphotograph vieles zu lernen und zu verlernen.

In der Photographie werden überwiegend ganz kleine und nur selten viele grosse Platten verwendet. In der Röntgographie ist das Umgekehrte der Fall. Die Hantirung ganz grosser Platten erfordert im allgemeinen mehr als durchschnittliche Kraft und Körpergrösse.

Die Copirung des Glasbildes.

Copien des Röntgogramms werden bei „Contact“ oder durch die photographische Camera hergestellt. Indessen betreffen die letzteren nur Diapositiv-Verkleinerungen auf Glas, die den Zwecken der Projection dienen.

Die Copirung bei Contact erfolgt: 1. auf Chlorsilberpapier, 2. auf Bromsilberpapier oder 3. auf Bromsilberglasplatten, und zwar mittels künstlichen beziehungsweise diffusen Tageslichts.

Die Anwendung von künstlichem statt Tageslicht gewährt bei allen Arten der Copirung einen bedeutenden Vortheil durch die erleichterte und genauere Bemessung der Exposition. Ueber die Dauer derselben entscheidet 1. die Lichtempfindlichkeit des Bildmaterials, 2. die Dichtigkeit des zu copirenden Bildes, 3. die erstrebte Beschaffenheit des copirten Bildes.

Haltbare Bromsilberpapiere benöthigen eine Exposition, welche über das Dreifache der in der Röntgographie gebräuchlichen, sehr empfindlichen Bromsilberglasplatten beträgt. Dieselbe bemisst sich nach Secunden oder Minuten bei Verwendung von *Auer*'schem oder elektrischem Glühlicht. Befindet sich die Lichtquelle 1—1$^1/_2$ Meter oberhalb des Arbeitstisches, so ist die Copirung äusserst einfach, indem zu unterst das Papier mit der glatten Gelatineseite nach oben zu liegen kommt und darauf das zu copirende Glasbild mit der Schichtseite nach unten. Auf den Rändern der Glasplatte legt man Bleistreifen, die gleichzeitig einen engen Contact und ein Abhalten von Licht von den spiegelnden Glaskanten bewirken. Wenn die Lichtquelle seitlich gestellt ist und die Bilder nicht wohl wagerecht liegen können, befestigt man das Bromsilberpapier zwischen dem Glasbild und einem etwa 5—6 Mm. dicken Brett mittels federnder Klammern oder in einem Copirrahmen. Die richtige Expositionsdauer wird durch kleine Probestückchen des Papiers ermittelt.

Zur Entwicklung von Röntgenbildern auf Bromsilberpapier kann man eine 1%ige Rodinallösung verwenden, gebräuchlicher ist der Eisenoxyduloxalatentwickler. Der oben angegebene Pyrogallolentwickler für die Schalenentwicklung lässt sich auch mit Vortheil für Bromsilberpapierbilder verwenden, wenn $^1/_2$ Grm. Citronsäure jedem 100 Ccm. Entwickler hinzugesetzt wird. Der Eisenoxalatentwickler gewährt den Vorzug, unter gelbem Licht die Entstehung des entwickelten Bildes genau verfolgen zu können, da die dunkelrothe Lösung alle photographischen Lichtstrahlen abblendet. Die zum „Eisenentwickler“ nöthigen Lösungen setzen sich wie folgt zusammen:

Eisenlösung		Oxalatlösung		Säurebad	
Ferr. sulf. (Krystallmehl)	2	Kalii oxal. neutral . .	10	Acid. sulf. (1·10) .	10
Acid. „ (1·1000) . .	10	Aq. font.	40	Aq. font.	1000

Den Eisenoxalatentwickler bereitet man durch Eingiessen der Eisen- in die Oxalatlösung und Hinzufügen von 2—4 Tropfen einer 5%igen Bromkaliumlösung zu je 50 Cm. Entwickler. Vor der Entwicklung wird das Bromsilberpapier 5—10 Minuten in Wasser von Zimmertemperatur eingeweicht und nach der Entwicklung erst in das Säurebad 5—14 Minuten und dann vor dem Fixiren während 3—5 Minuten in Wasser gelegt. Nach dem „Fixiren“ bedürfen „Papierbilder“ eine etwa zweimal so lang dauernde „Auswässerung“ als Gelatineschichten auf Glas. Zu dem kommt die ständige beziehungsweise häufige Umrührung des Wasserbads, damit die Papiere sich nicht dicht aufeinander lagern. Die unveränderliche Oxalatlösung kann in einer Zehnliterstandflasche vorräthig gehalten werden. Das Eisenvitriol lässt sich mit Vortheil unmittelbar vor dem Gebrauch mittels eines Hornlöffels abmessen und schnell auflösen.

Die Entwicklung von Bromsilberpapier muss bei genügend starkem Licht erfolgen, um eine rechtzeitige Unterbrechung derselben zu sichern. Derbe Knochentheile im Bilde sollen fast weiss bleiben. Alle Bilder auf Bromsilberpapier dunkeln im Fixirbad bei der Entfernung des weisslichen Salzes nach. Hierdurch heben sich die Contraste oft beträchtlich.

Ebenso wie beim Glasbild werden die Contraste während der Entwicklung des Papierbildes durch einen vermehrten Zusatz von Bromkalium erhöht, das in der kleinen oben vorgeschriebenen Menge die „Weissen“ des Bildes klar hält. Bei einem Ueberschuss von Bromkalium fehlen angesichts der dünnen Bromsilbergelatineschicht oft bedeutende Einzelheiten im Bilde und werden die „Schwarzen“ grünlich. Zufriedenstellende Copien auf Bromsilberpapier lassen sich durch reichliche Uebung und Erfahrung mit Sicherheit erzielen.

Die üblichen nicht entwickelten Copien des Röntgogrammes auf Chlorsilberpapier, denen die Vortheile einer die kleinen Contraste hebenden Entwicklung nicht zugute kommen, zeigen im ganzen einen weit kleineren Umfang der Schattenabstufungen als die Copien auf Bromsilberpapier, namentlich aber als auf Glasbildern und geben oft

aus diesem Grunde viele Einzelheiten gar nicht oder nur undeutlich wieder. Indessen können namentlich an Bildern des Abdomens, die sich häufig infolge ihrer „Dünne“ weniger gut zur Betrachtung bei Durchleuchtung (am Fenster oder am Leuchtkasten) eignen, zarte Schatten nicht selten auf Copien hervortreten, die sonst leicht unbemerkt bleiben würden.

Die Copirung auf Chlorsilberpapier erfordert je nach der Dichtigkeit des copirten Bildes und der Stärke des Lichtes Minuten, Stunden oder Tage. Demgemäss und vor allem infolge des Umstandes, dass das Bild unmittelbar ohne Entwicklung in voller Deutlichkeit entsteht, eignet sich dieses Verfahren für die Herstellung von Copien des Röntgogramms in allen Fällen, wo nicht durch besondere Copirungsart die Contraste im Bilde der Erhöhung bedürftig sind oder Eile geboten ist.

Das Tonen und Fixiren von Chlorsilberpapierbildern wird mit Vortheil nach kurzem „Auswässern“ der Säure im Papier in getrennten Chlorgoldkalk- und Thiosulfatbädern vorgenommen. Für dauerhafte Bilder wird das „Fixiren“ nach kurzem „Auswässern“ mit frischem Bade wiederholt.

Die Vervielfältigung auf dem Wege der Reproduction, die in der Photographie eine grosse Vollendung erreicht hat, findet eine schwierige Aufgabe in den zarten Schatten von Röntgogrammen, namentlich von Verunstaltungen und Tumoren.

Das vollendetste Reproductionsverfahren ist die Photogravure *(Talbot, Goupil, Meissenbach, Riffarth)* mittels Kupfer, und zwar infolge der tadellosen Wiedergabe der reinen Weissen und Schwarzen des Bildes. Fast ebenso vollkommen, besonders in den Schwarzen, ist der Lichtdruck *(Albert, Obernetter)* mittels Chromleim. Die Autotypie mittels „Rasteraufnahmen“ und fein karirter Zinkätzung genügt den Ansprüchen der Röntgographie in sehr weitem Masse trotz der Abstumpfung der Weissen wie der Schwarzen, da bei Röntgogrammen im Gegensatz zu Mikrophotogrammen keine äusserst feinen Linien wiederzugeben sind. Die ganz ungenügenden Bilder, die oft als Reproductionen dem Auge dargeboten werden verdanken ihre Unvollkommenheit den folgenden Umständen: 1. den geringen Contrasten diaktinischer Aufnahmen, 2. unterlassener photographischer Vorverbesserung, 3. unachtsamem Buchdruck, im ganzen also nur wenig der Autotypie selbst.

Bei der Autotypie wie allen anderen photographischen Reproductionsverfahren können einzelne Contraste erhöht und diesbezüglich durch einen Vermerk bezeichnet werden.

Die Wiedergabe von Röntgogrammen durch die „Kilometerphotographie“ leidet zuweilen unter einem starken Gebrauch von Bromkalium (und ungenügender Beleuchtung der Ecken) bei der Herstellung der Zwischenbilder. Hierdurch wird „Brillianz“, nicht aber Reichhaltigkeit der Bilder gesichert.

Durch Umrisszeichnungen lässt sich das Wesentliche an einem Röntgenbild hervorheben und dadurch mittels Zinkätzungen ein grosser Antheil aller Vervielfältigungen von röntgographischen Ergebnissen mit bedeutendem Vortheil ausführen, namentlich bei Verwendung von Schattirungen am Bilde *(Kienböck)*, jedoch nicht durch Freihandzeichnung der Umrisse, sondern durch genaue Pausen (eventuell mit gestrichelten Linien erkennbar ergänzt), die sich auf durchsichtiges Gelatinepapier, über Glas- oder Papierbilder befestigt, leicht nachzeichnen lassen.

Die

äusseren instrumentellen Untersuchungsmethoden.

Von Dr. W. Cowl.

1. Allgemeines.

Die besonderen Mittel und Methoden, die der äusseren Beobachtung dienen, sind innerhalb breiter Grenzen heterogen und heteronom. Sie sind aus diesem Grunde wie auch deshalb sehr mannigfaltig, weil sie nicht oft gestatten, weit auf klarem Wege in den Kosmos des Organismus einzudringen, ohne dem sich aufrollenden Bild Einbruch zu thun. Doch mangeln die äusseren Beobachtungsweisen dann wenig mehr an Klarheit und Bestimmtheit, wenn man nicht mit umfassenden diagnostischen Fragen, sondern nur mit objectiven Forderungen an sie herantritt. Die Auskunft, die sie geben, ist bestimmter und oft sicherer als die unmittelbaren Wahrnehmungen der unarmirten Sinne, namentlich bei schnellen Bewegungen, deren Geschwindigkeit der Beobachtung sonst hinderlich ist, vor allem sind sie aber vielfach darin überlegen, dass sie nicht nur ein Erinnerungs-, sondern ein dauerndes Bild abgeben.

Die zunehmende Sicherheit heutiger diagnostischen Beobachtungen beruht ohne Frage zum grossen Theil auf den mühsam ermittelten mechanisch-physikalischen und physiologischen Methoden, welche die Medicin und die Naturwissenschaften im Laufe des letzten Jahrhunderts erstehen liess.

Der Umfang der äusseren instrumentellen Untersuchung zum Zweck der Diagnostik und der Prognostik richtet sich nach Ort, Lage und Zustand des Untersuchten und nach seiner Fähigkeit der intelligenten Mithilfe. Indessen kann man durch äussere instrumentelle Untersuchung die einfache Beobachtung mit Vortheil in Fällen unterstützen, wo die Untersuchung im ganzen durch Unverständnis oder Unbewusstsein des Untersuchten beschränkt bleibt.

Hauptzwecke der äusseren wie aller instrumentellen Untersuchung sind objective Beweise und zahlenmässige Feststellungen von Krankheitserscheinungen, die namentlich zur Controle und zu zeitweisen wie allgemeinen Vergleichen von Befunden dienen können.

Das Ergebnis der instrumentellen Untersuchung ist ein analytisches und hat zunächst im allgemeinen nur einen bedingten Werth, es ist selten allein pathognomonisch.

2. Das Körpergewicht.

Das Körpergewicht ist von der Geburt an bei normalen wie erkrankten Individuen Schwankungen unterworfen, die stetig bis zum Alter hin an Umfang abnehmen, und zwar infolge der Verlangsamung der Gewebsprocesse, des Festerwerdens des Bindegewebes und der Abnahme der Zellen- und Säftemenge im Körper.

Die Knochen, welche etwa das doppelte Volumgewicht der Weichtheile besitzen, nehmen an anorganischen Bestandtheilen beim Wachsthum zu und im Alter wieder ab, im ganzen im Schritt mit der Muskelthätigkeit. Deswegen sind alte Personen oft sehr leicht.

Das Körpergewicht wird vermindert durch fieberhafte Krankheiten, die das Muskel- und Fettgewebe aufzehren, durch Verdauungs- und Assimilationsstörungen, die den Ersatz verhindern und durch Nervenkrankheiten, welche die Function und den Umsatz der Muskeln bezw. den Kalkbestand der Knochen vermindern.

Grosse acute Gewichtsverluste durch Wasserentnahme treten bei diarrhoischen Krankheiten auf, deren Verlauf durch Wägungen sich verfolgen lässt.

Die normalen Schwankungen im Körpergewicht sind in erster Reihe die jährlichen und die täglichen. Die ersteren sind individuell, da im Sommer sowohl ein Steigen als auch häufiger ein Fallen um einige Kilogramm bei Erwachsenen beobachtet wird. Die täglichen Schwankungen führen sich theils auf die Mahlzeiten und die Evacuationen zurück, theils hängen sie mit dem Kohlensäureverlust in den Lungen und der Wasserabdunstung an der Schleimhaut der oberen Luftwege zusammen, die sich mit der Athemgrösse im Schlaf sehr verringern, dagegen bei starker Muskelthätigkeit in entgegengesetztem Sinne noch mehr von den Ruhewerthen abweichen.

In den weiter unten folgenden Tabellen sind mittlere Zahlen aus grösseren Beobachtungsreihen über das Körpergewicht, sowie zum Theil über den Zusammenhang zwischen Körpergewicht und Körpergrösse enthalten. Dieselben betreffen einerseits weniger gut, andererseits besser ernährte Individuen verschiedenen Lebensalters.

Die Bestimmung des Körpergewichts erfolgt am einfachsten und schnellsten mittels eines an einer Spiralfederwage hängenden Stuhls ohne Beine. Bei leichter Hausbekleidung kann man 5—8% vom Bruttogewicht abrechnen. Im allgemeinen steigt das Gewicht der Bekleidung relativ wie das Gewicht des Individuums. Genaue tägliche Körpergewichtsbestimmungen erfolgen bei gleichem Abstand von einer bestimmten Mahlzeit und bald nach einer Harnentleerung.

Das relative Gewicht der einzelnen Körpertheile ändert sich im Durchschnitt normalerweise in erster Reihe mit dem Lebensalter und nimmt jährlich bis zu einem nach Alter und Betrag der Aenderung sehr schwankenden Maximum zu und dann wieder ab, da die Schwankungen hauptsächlich auf Kopf und Beine fallen. Beim Neugeborenen beträgt das Gewicht des Kopfes 23% des ganzen Körpergewichts (von 3,2 Kgrm.), das einer oberen Extremität 6%, einer unteren Extremität 11%,

und das des Rumpfes 43%; beim Erwachsenen (von 64 Kgrm.) betragen die Werthe für den Kopf 7%, den Arm 6%, das Bein 17%, den Rumpf 47% (*v. Pfungen, Gad's* Real-Lexikon d. med. Propädeutik).

Der ganze Schultergürtel sammt Arme beträgt etwa $^1/_6$ des Körpergewichts.

Körpergewicht und Grösse des Erwachsenen bei guter Ernährung.

Cm.	Kgrm.	Cm.	Kgrm.	Cm.	Kgrm.
145	47,0	162	66,0	179	83,6
146	48,2	163	67,0	180	84,8
147	49,4	164	68,0	181	86,0
148	50,6	165	69,0	182	87,2
149	51,8	166	70,0	183	88,4
150	53,0	167	71,0	184	89,6
151	54,2	168	72,0	185	90,8
152	55,4	169	73,0	186	92,0
153	56,6	170	74,0	187	93,2
154	57,8	171	75,0	188	94,4
155	59,0	172	76,0	189	95,6
156	60,0	173	77,0	190	96,8
157	61,0	174	78,0	191	98,0
158	62,0	175	79,0	192	99,2
159	63,0	176	80,0	193	100,4
160	64,0	177	81,2	194	101,6
161	65,0	178	82,4	(vgl. Tab. pag. 606).	

3. Die Körperlänge.

Die Körpergrösse der Mitteleuropäer erreicht das Maximum im 23.—25. Lebensjahre und nimmt vom 50.—90. Lebensjahr (bis zu 7 Cm.) wieder ab (*Vierordt*, Daten und Tabellen). Die täglichen Schwankungen der Körperlänge hängen mit der Comprimirung der Zwischenwirbelscheiben beim Stehen und Sitzen und der Wiederausdehnung im Schlaf zusammen und können bis 1 Cm. betragen.

Während des Wachsthums des Körpers (von 50 bis auf 175 Cm.) von der Geburt an kehrt sich das Verhältnis der Länge des Oberkörpers oberhalb des Darmbeinkamms zu der des Unterkörpers unterhalb desselben von 30 : 20 zu 81 : 94 um *(Zeising)*. Setzt man die Länge der verschiedenen Körpertheile des Neugeborenen je gleich 1, so erreicht beim Erwachsenen der Kopf eine Länge von 1,8, der Brustkorb 3,2, der Arm 3,57, die untere Extremität 4,7, die Gesammtkörperhöhe 3,57 *(v. Pfungen)*. In gewissem Gegensatz hierzu steht die etwa 20fache Vermehrung des Körpergewichts und die über dreifache der Körperoberfläche beim Wachsthum, wobei die Körperoberfläche pro Kilogramm von 812 auf 311 Ccm. sinkt. Nach Messungen an 5 wohlgebauten Infanteristen fand *Toldt* die Körpermitte etwa in Symphysenhöhe. Der Schwerpunkt des Gesammtkörpers liegt etwa am Promontorium ossis sacri oder nach *Braune* und *Fischer* bis 4,5 Cm. unterhalb desselben.

Das Niveau des Schwerpunkts lässt sich unschwer mittels eines Kippbretts bestimmen *(Mosso)*. Das Niveau schwankt mit der Athmung *(Cowl)*.

Im Stehen ist die Spitze des Coccyx in Symphysenhöhe *(Naegeli)*.

Die Bestimmung der Körperlänge kann beim Stehen in Schuhen ohne Absatz, gegen eine Wand und unter einem hölzernen Rechtwinkel erfolgen.

Ein zweites werthvolles Mass ist das des Rumpfes sammt Kopf und Hals, das die sehr schwankende Länge der Beine ausschliesst.

Zur Bestimmung desselben kann man einen niedrigen Stuhl mit flacher Sitzfläche und eine Fussbank verwenden, die beim Sitzen die Knie hoch bringt, so dass das Körpergewicht auf die Sitzhöcker ruht. Ein drittes Mass, nämlich des Rumpfes allein, wird hierbei durch Aufzeichnung der Höhe der Vertebra prominens gewonnen.

Mittlere Zahlenwerthe der Körpergrösse und des Körpergewichts.

Alter	Nach *Quetelet* Knaben Höhe Cm.	Knaben Gewicht Kgrm.	Mädchen Höhe Cm.	Mädchen Gewicht Kgrm.	Alter	Nach *Bowditch* Knaben Höhe Cm.	Knaben Gewicht Kgrm.	Mädchen Höhe Cm.	Mädchen Gewicht Kgrm.
N.	50	3,2	50	3,0	—	—	—	—	—
	69	8.8	68	8,5		—	—	—	—
1	70	9,0	69	8,6	—	—	—	—	—
	78	11,1	77	11,3		—	—	—	—
2	79	11,3	78	11,6	—	—	—	—	—
	85	12,4	84	13,0		—	—	—	—
3	86	12,5	85	13,2	—	—	—	—	—
	92	13,9	90	14,2		—	—	—	—
4	93	14,0	91	14,4	4	—	—	—	—
	98	15,6	96	15,3		101	17,4	102	17,3
5	99	15,9	97	15,4	5	102	17,7	103	17,6
	104	17,5	102	15,9		107	19,2	106	18,5
6	105	17,8	103	16,0	6	108	19,5	107	18,8
	109	19,4	108	17,5		112	20,7	111	19,9
7	110	19,9	109	17,8	7	113	21,1	112	20,2
	115	21,3	113	18,9		117	22,5	116	21,7
8	116	21,6	114	19,1	8	118	23,0	117	22,0
	121	23,1	119	20,1		122	24,7	121	23,8
9	122	23,5	120	21,4	9	123	25,3	122	24,2
	126	24,8	124	22,7		128	28,0	126	26,1
10	127	25,2	125	23,0	10	129	28,7	127	26,7
	131	26,7	129	25,0		132	30,1	132	29,2
11	132	27,0	130	25,5	11	133	30,7	133	29,4
	136	28,6	134	28,4		136	32,4	138	32,6
12	137	29,0	135	29,0	12	137	33,0	139	33,2
	141	32,3	139	31,7		141	35,5	144	36,5
13	142	33,1	140	32,5	13	142	36,4	145	37,3
	146	36,1	144	35,6		148	40,5	148	40,1
14	147	37,1	145	36,3	14	149	41,1	149	41,2
	150	40,1	148	39,0		—	—	—	—
15	151	41,2	149	40,0	—	—	—	—	—
	154	44,4	151	42,2		—	—	—	—
16	155	45,4	152	43,5	—	—	—	—	—
	158	48,6	154	45,7		—	—	—	—
17	159	49,7	155	46,8	—	—	—	—	—
	162	52,8	—	—		—	—	—	—
18	163	52,9	156	49,8	—	—	—	—	—
	164	55,7	—	—		—	—	—	—
19	165	57,6	157	52,1	—	—	—	—	—
	166	58,6	—	—		—	—	—	—
20	167	59,5	—	—	—	—	—	—	—
	170	62,2	—	—		—	—	—	—
	187	—	—	—		—	—	—	—
25	—	—	158	54,8	—	—	—	—	—
	—	—	170	65,2		—	—	—	—
	—	—	175	—		—	—	—	—

4. Die Thorakometrie und die Stethographie.

Thorakometrische Untersuchungen in grossem Massstabe stellten *Toldt*, *Fetzer* und *Frölich* an. Die Stethographie wurde von *Sibson*, *Wintrich*, *Vierordt* und *Ludwig*, *Ackermann*, *Quain*, *Fick*, *Riegel*, *Gerhardt*, *Levy-Dorn* und *Kuhn* auf mechanischem Wege, von *Hasse* auf photographischem Wege verfolgt. Thorakographen construirten (für orthopädische Zwecke) *Schenk* und *Hübscher*.

Aus mehrfachen Gründen sind die Messungen der sagittalen und transversalen Thoraxdurchmesser zwischen knöchernen Punkten den Messungen des Thoraxumfanges vorzuziehen. Beispielsweise wurde von *Toldt* an den Leichen von fünf wohlgebauten Infanteristen keine Correspondenz zwischen Umfang und Inhalt des Thorax gefunden. Angaben über die Durchmesser des Thorax sammt einer Bezeichnung wie „eingesunken", „flach", „gewölbt" oder „fassförmig" genügen allen geläufigen Zwecken und schliessen die Messfehler der Umfangsbestimmungen aus. Zum Vergleich der Bewegungen der beiden Thoraxhälften genügt im allgemeinen die einfache Betrachtung bei gleichmässiger Beleuchtung. Zur Feststellung des Zustandes der einen Thoraxhälfte wie auch des ganzen Brustkastens zu verschiedenen Zeiten eignet sich ein Bandmass, dem an einem Ende eine Spiralfeder angefügt ist und beim Messen immer bis zu derselben Länge auseinandergezogen wird. Hakt die Feder in das Band ein, so kann man durch die Beobachtung der Feder vor dem Brustbein die Grösse einer ungleichen Ausdehnung der beiden Thoraxhälften schätzen und messen.

Die Aufzeichnung der Form des Brustkastens in verschiedenen Niveaux wird durch das Kyrtometer von *Woillez* oder noch einfacher mittels eines Bleistreifens von 2 × 20 Mm. Querschnitt vermittelt. Vollkommene Thorakogramme lassen sich auch bei verschiedener Athemstellung leicht am *Hübscher*'schen Apparat herstellen, der von *Kuhn* dazu benutzt worden ist.

Die Sagittal- wie die Transversaldurchmesser des Thorax können mit Vortheil im Niveau des unteren Endes und der Mitte des Sternums bestimmt werden. Die Transversaldurchmesser betragen im Durchschnitt beim Manne 25 und 26 Cm., beim Weibe 23 und 24 Cm., an der 9. Rippe beim Manne 28 Cm., beim Weibe 24,5, der untere Sagittaldurchmesser beim Manne 20 Cm. und beim Weibe 18,5 Cm. Die inneren Sagittaldurchmesser an den beiden Enden des Brustbeins betragen oben 5—6 Cm. bis zum 1. Brustwirbel und unten 15—19 Cm. bis zum 12. Brustwirbelkörper.

Messungen der Thoraxdurchmesser lassen sich bequem mittels Taster ausführen, an denen hinter der Achse eine Theilscala sich befindet, die das Mass unmittelbar angibt.

Der Durchmesser des Brustkorbes, welcher den grössten Athemschwankungen unterworfen ist, erstreckt sich von dem Processus spinosus des 12. Brustwirbels rechts zu dem 7. Rippenknorpel hin.

Das *Rothschild*'sche Sternogoniometer gibt vermittelst zweier über Kreisscalen sich bewegenden Zeiger, die mittels Endplatten am Manubrium und am Corpus sterni ruhen, die gegenseitigen Bewegungen, d. h. die Schwankungen des *Ludwig*'schen Sternalwinkels an, der beim Manne inspiratorisch von 16° bis auf 24°, exspiratorisch bis auf 10° schwanken soll.

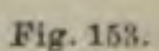
5. Die Spirometrie.

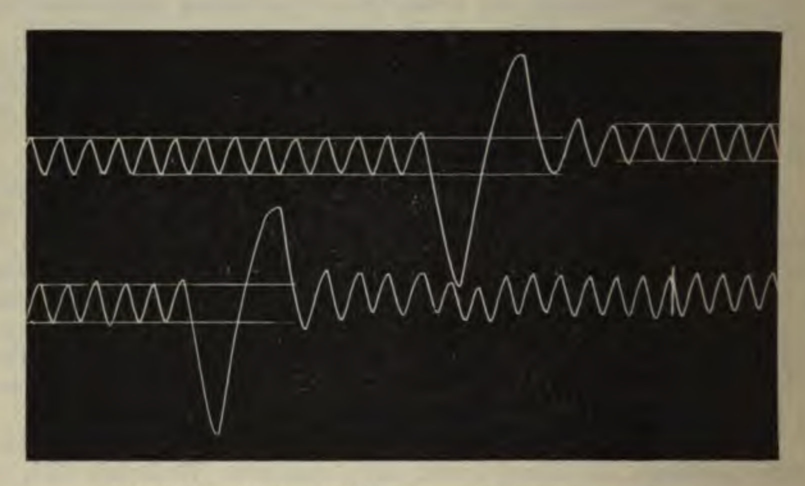
Die Menge Luft, die nach grösster Inspiration auf einmal ausgeathmet werden kann, nennt man „Vitalcapacität" *(Hutchinson)*. Für die Körperlänge von 170 Cm. beträgt dieselbe beim Manne 3700 Ccm., wovon 1600 Ccm. auf die Complementärluft, 500 Ccm. auf die Respirationsluft und 1600 Cm. auf die Supplementärluft fallen. Am Ende der forcirten Exspiration verbleibt in den Lungen ein Drittel bis halb so viel Luft wie die Vitalcapacität beträgt und wird Residualluft genannt. Die

Vitalcapacität ändert sich normalerweise hauptsächlich mit der Körpergrösse bei Erwachsenen um einen überaus verschieden angegebenen Betrag pro Centimeter Körperhöhe *(Hutchinson)*, und nimmt von dem 35.—93. Lebensjahr in zuerst steigendem, dann fallendem Betrage ab.

Das Mass der nach einer möglichst tiefen Einathmung aus den Lungen exspirirbaren Luft ist besonders werthvoll bei der Feststellung des Umfanges von fibrösen Lungenveränderungen und überdauernder Hepatisation nach Pneumonie, wie auch der phthisischen Lungeninsufficienz *(Gerhardt)*.

Zur Bestimmung der Vitalcapacität wird im allgemeinen ein Spirometer gebraucht, das aus einer in Führungen beweglichen, in Wasser tauchenden Luftglocke, die 30—40 Cm. Durchmesser haben soll, besteht.


Fig. 153.



Athemvolumcurven und „Vitalcapacität". Ausathmung nach oben.

Die Verminderung der Temperatur der ausgeathmeten Luft von 37° auf 17° C. bedingt indess eine Schrumpfung des Luftvolums von über 7%. Ausser diesem Messfehler treten noch dazu dessen Schwankungen bei verschiedener Zimmertemperatur, die Absorption der Kohlensäure der ausgeathmeten Luft durch das Wasser, die Unfähigkeit vieler Personen, ohneweiters zweckgemäss gegen Druck auszuathmen, die immer beträchtliche Reibung der Glocke gegen das Wasser, die Langsamkeit des Anstiegs der Glocke infolge dieser Reibung und die Dyspnoe gegen das Ende aller forcirten und verlängerten Exspirationen und stempeln das übliche Spirometer als ein unzweckmässiges Instrument, wie ferner auch die oft sehr schwankenden Angaben bei einer und derselben Person zeigen.

Alle oben genannten Messfehler lassen sich durch leicht aufblähbare Luftkissen von länglicher Form umgehen, in welche in beliebigem Tempo und beim Verticalhaken ohne Gegendruck ausgeathmet werden kann. Nach der Exspiration an einem Ende leicht zusammen-

gerollt, bis sie eine cylindrische Form annehmen, giebt ihre Länge an einer angebrachten Scala den Luftinhalt an.

Die Aeroplethysmographie mittels besonderer spirometrischer Apparate wurde von *Gad* hauptsächlich zur Athemvolumschreibung ausgebildet. Fig. 153 giebt eine derart gewonnene Athemvolumcurve nebst einer Aufzeichnung der Vitalcapacität wieder.

Empfindliche Spirometer üblicher Art, aber verschiedener Grösse construirten *v. Recklinghausen* und *Santesson* für die Aufschreibung der Athmung, *Speck* für die Ablesung der Werthe.

6. Die lineare Kinematographie.

Die Aufnahme von Curven, die die Spitze einer veränderlichen Ordinate auf einer in der Ebene der Ordinate senkrecht zur Ordinatenrichtung bewegten Platte beschreibt, kann man füglich eine lineare Kinematographie nennen. Der Spitzpunkt kann ein die Schreibfläche senkrecht treffender Lichtstrahl oder die Schreibspitze eines mechanisch bewegten Hebels bilden, der sich parallel zur Schreibfläche bewegt und dabei etwa rechtwinklig zur Ordinate gerichtet bleibt.

Uebermittelt man dem Lichtstrahl oder dem mechanischen Schreibhebel entweder eine vergrösserte, eine verkleinerte oder eine gleich gross gehaltene Bewegung, annähernd oder ganz proportional der Bewegung eines untersuchten Gegenstandes, so gewinnt man auf einer gleichmässig fortbewegten Fläche als Bild eine fortlaufende Linie, deren Abscisse die Zeit und deren hintereinander folgenden Entfernungen von der Abscisse in nacheinander folgenden Momenten den Umfang der Bewegungen des Gegenstandes in der beobachteten Richtung getreu wiedergeben.

Curven der Athmung, des Pulses u. a. m. werden im allgemeinen auf mechanischem Wege auf stetig bewegten Papierflächen vermittelst verschiedener Aufnahmeapparate nebst damit verbundenen Schreibapparaten dem Zweck entsprechend gewonnen, und zwar auf Glanzpapier, das auf cylindrischen Trommeln befestigt und durch eine breite Gasflamme berusst wird. Für die Beobachtung wird die Russschicht zart gehalten, für die Demonstration dagegen dick und schwarz.

Die Trommeln werden in gleichmässigen Gang durch Uhrwerke gehalten, die mit mehreren Geschwindigkeitsverstellungen versehen sind. Kommt die aufrechte Stellung der Trommel zur Verwendung, so werden die Eigenschwingungen des Schreibhebels durch die irreciproke Wirkung der Schwere etwas abgedämpft.

Das Uhrwerk sammt rotirender Trommel wird oft „Kymographion" genannt, da solche neben Manometern von *Ludwig* zuerst bei der Aufnahme von Curven der arteriellen Blutdruckschwankungen verwandt wurden.

Die gebräuchlichen Trommelwerke zerfallen in drei Gruppen: 1. *Ludwig*'sche mit steter und innerhalb eines weiten Bereichs veränderlichen Umdrehungsgeschwindigkeit der Trommel, die Papier von 50 × 12 Cm. tragen, 2. ähnliche für kleinere wie auch grössere Geschwindigkeiten mit Kugelachsen und weit abstufbarem Windfang, sowie Messing-, beziehungsweise (Aluminium)mänteln an den Trommeln, die alle Geschwindigkeiten von 50 Cm. pro Stunde bis Secunde ermöglichen *(Cowl-Oehmcke)*, 3. das *Engelmann*'sche Pantographion *(Kagenaar-Oehmcke)*, das Papierflächen von 60 × 26 Cm. aufnimmt und Geschwindigkeiten von 10 Cm. in 0,05 Secunden bis 5 Stunden erzielt.

7. Die Chronographie.

Für Curvenaufnahmen auf gleichmässig rotirenden Cylindertrommeln bildet die rhythmische Zeitschreibung nur eine für Messzwecke bequeme Eintheilung der Curve, die indess in solchen Fällen oft mit grossem Vortheil entbehrt werden kann, da alsdann die ganze Aufmerksamkeit auf nur einen Schreibapparat fällt, der auch leichter zugänglich und einstellbar wird. Im Falle des Nichtgebrauchs einer Zeitschreibung sollte die Bestimmung der Umlaufszeit der Trommel nicht unterlassen werden. Bei der Aufschreibung der menschlichen Athmung z. B. handelt es sich in der Mehrzahl der Fälle um eine Geschwindigkeit von 50 Cm. in 1—30, im Durchschnitt 5—10 Minuten.

Oft werthvoller bei Curvenaufnahmen als die Zeitschreibung und neben dieser schätzenswerth ist die Markirung von bedeutsamen nacheinanderfolgenden Zeitmomenten vermittelst eines elektromagnetischen Signals, z. B. nach *Kronecker*, zu dessen Bedienung ein Accumulator nebst einem stromschwächenden Widerstand von

5—10 Ohm und ein *Morse*'scher Telegraphentaster zweckmässig sind. Mittels zweier solcher Taster lassen sich die Herztöne *(Donders, Martius)* zeitlich richtig markiren, insofern sie regelmässig erfolgen.

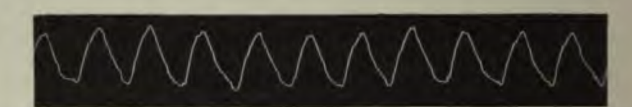
Zur rhythmischen Zeitschreibung werden als Hauptorgan oft elektromagnetisch bethätigte Stimmgabeln, am häufigsten mit einer Schwingungszahl von 100 ganzen Schwingungen pro Secunde, verwendet, für verschiedene Zeittheile dagegen schwingende Stäbe, wie z. B. am *Engelmann*'schen Chronograph für 2—100 v. d. pro Secunde oder mit grosser Beschwerung lange Stäbe, die in 1—4 Secunden schwingen, ferner Metronome mit Quecksilbercontacten, fallende Wassertropfen *(Grützner)* nebst *Marey*'schen Schreibkapseln (en recepteur et en registreur), eine Standuhr nach *Bowditch* mit Contacten für Pausen von 1—10 Secunden und der *Jacquet*'sche Zeitschreiber für Zeiteinheiten von $^1/_{10}$—10 Secunden in der Form einer Taschenuhr.

8. Die Pneumographie.

Die Methode der Uebertragung von Bewegungen mittels Luft von einem Aufnahme- zu einem Schreibapparat wurde für die Athembewegungen des Thorax namentlich von *Marey*, für die Druckschwankungen in den Luftwegen von *P. Bert* zweckgemäss angewandt.

Als ein Mittel der diagnostischen Untersuchung wurden Athmungscurven bisher selten erzielt, da erst in neuerer Zeit einfache und ausreichende Apparate hierzu vorhanden waren. Pneumogramme, wie man sie nennen kann, sind indessen geeignet, alle Aenderungen im

Fig. 154.



Pneumogramm (beim Stehen und bekleidet. Ausathmung nach unten).

Rhythmus, Umfang und Verlauf, wie in Frequenz der Athmung zur Anschauung zu bringen, beispielsweise den ersten Anflug der *Cheyne-Stokes*'schen oder der saccadirten Athmung. Ein weiteres Beispiel bildet das Auftreten von kleinen Pausen am Ende der Inspiration bei der Vagusparese statt wie normal allein bei der Exspiration.

Der einfachste, ausgiebigste und sicherste Aufnahmeapparat für Athmungscurven zur Erzielung von Vergleichswerthen ohne absolute Luftmessung ist die folgende Vereinfachung und Ergänzung der von *Gutzmann* für die Sprachforschung benützten Methode. Zwei je etwa 20 Cm. lange zugepfropfte dünnwandige Gummischläuche von etwa 2 Cm. Durchmesser, die aussen mit Gaze beklebt und mit einander durch ein Band verbunden sind, werden zu beiden Seiten des Brustkorbs symmetrisch leicht angepresst und durch ein zweites Stück Band festgehalten. Die Lumina der Hohlräume werden mit je einer *Marey-Engelmann*'schen Schreibkapsel oder, wo es sich nicht um den Vergleich von beiden Thoraxhälften handelt, durch ein Glas-T-Stück mit einander und mit einer Schreibkapsel verbunden.

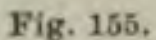
Wie schon durch bekannte Versuche seitens *v. Leyden* und *Fränkel*, *Senator* u. a. gezeigt worden ist, beträgt der ganze Umfang der Athmung, „Athemgrösse“ genannt, bei Krankheit, inclusive Lungenkrankheit,

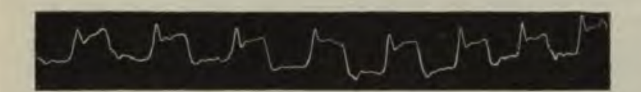
nicht weniger als bei gleich ruhenden normalen Individuen, dagegen, wie mit dem obigen Apparat gewonnene Curven zeigen, schreiben sich die geringsten Veränderungen im Verlauf der einzelnen Athemzüge wie in deren Frequenz und Regelmässigkeit auf (s. Fig. 154).

Da der Druck auf beiden Hohlräumen des beschriebenen Doppelpneumographen die gleiche ist, so können übereinander geschriebene Curven der beiden Thoraxhälften in Hubhöhe wie sonst zu strengen Vergleichen dienen. Hierbei hält man für die kurze Dauer des Vergleichs das hintere Verbindungsband gegen die Processus spinosus.

9. Die Kardiographie.

Im Gegensatz zum Studium der langsamen Herzbewegungen bei Kaltblütern, namentlich beim Frosch, bei dem das Herz wie beim Menschen auf der Leber ruht, trägt die Kardiographie sowohl am bloßgelegten Organ der höheren Thiere als auch an der Aussenwand des Brustkorbes beim Menschen überaus wenig zur Kenntnis des Herzschlags bei, fand doch *Edgren* bei der grossen Mehrzahl gesunder Arbeiter keinen deutlich fühlbaren Herzstoss. Diese Thatsache, wie andererseits die Palpitatio cordis bei schwächlichen, zumal chlorotischen Individuen, bei denen das oft reichlich in abdomine vorhandene Blut nicht ordentlich zum Herzen zurückfliesst, und auch eine leicht zu constatirende Erscheinung deuten mit genügender Sicherheit auf einen Grund für die schwankenden Ergebnisse der Kardiographie hin. Spaltet man nämlich das Brustbein


Fig. 155.



Kardiogramm (aufgenommen mit dem Sphygmograph nach *Dudgeon*).

eines Frosches mit einer Scheere anstatt den Knochen herauszuschneiden, so verliert das Thier keinen Tropfen Blut, wobei das Herz mehr als doppelt so gross bleibt wie sonst.

Von der Seite wie von oben nun betrachtet, rückt die Herzspitze bei den Herzbewegungen nicht von der Stelle, während die Atrioventriculargrenze in der Körperrichtung beträchtlich auf- und absteigt. Schneidet man dann eine Vena cava an, so blutet das Thier, das Herz wird nur wenig bei der Diastole vergrössert und verhält sich bei der Systole ganz anders als zuvor, denn die Herzspitze schlägt jedesmal in die Höhe, d. h. nach vorn, fällt aber bei der Diastole nicht ganz in seine Nische zurück, daran verhindert durch die verminderte Länge des Herzens wie der Aorta bei der herrschenden verminderten Füllung.

Ein Fall, wo kardiographische Curven zur Diagnose beitragen können, besteht bei der palpatorisch kaum erzielbaren Entscheidung der Frage, ob eine epigastrische Pulsation vom Herzen oder von der Aorta herrührt, und wird in ersterem Sinne erledigt, wenn auf einem sachgemäss gewonnenen Kardiogramm ein systolisches Plateau von einer wagrecht flachen diastolischen Senkung gefolgt wird, statt wie auf einem Sphygmogramm von einer Spitze aus in die diastolische Senkung mehr oder weniger allmählich überzugehen. („Aorteninsufficienz" ausgenommen, bei der das Sphygmogramm ähnlich dem Kardiogramm erscheinen kann.)

Die normale kardiographische Curve zeigt beim Gebrauch einer stark gespannten Membran an der Aufnahmekapsel eine einfache Abwechslung von fast flachen Plateaux und flachen Senkungen (vgl. Fig. 155) ohne die grossen Spitzen und Zacken, welche oft an Kardiogrammen das Bild trüben, bisher zu den mannigfaltigsten Deutungen Veranlassung gegeben haben und bei der Anwendung von verschiedenen Aufnahmeapparaten sehr ungleich ausfallen. Eine Hubhöhe an kardiographischen Curven von 8—10 Mm., sachgemäss auf dünner Russschicht aufgenommen, genügt allen Ansprüchen und schliesst die Mehrzahl der störenden Eigenschwingungen aus.

Das Hochplateau des Kardiogramms verursachen hintereinander eingreifend 1. die Erstarrung des Ventrikelmuskels *(Harvey)*, 2. das Aufrichten der Herzbasis und -spitze *(C. Ludwig)*, 3. der Rückprall des Herzens bei dem Blutauswurf *(Gutbrod, Skoda)*, und 4. die Verlängerung der sich füllenden Arterien *(Bamberger)*. Zieht sich der Ventrikel bei erniedrigtem Blutdruck, zumal bei kleinem Blutauswurf, noch kräftig zusammen, so hebt sich infolge der ständigen Verkürzung und Zug der Arterien nach oben das 2. gegenüber dem 3. und 4. Moment und kann somit „die spitze Curvenform" *(v. Frey)* bedingen.

Der „Spitzenstoss" des Herzens wird unzweifelhaft durch das Aufrichtungsbestreben am Anfang der Systole auf eine nach oben geneigter Herzbasis bewirkt. Weitere ursächliche Bedingungen sind die starke Muskelwand der linken Kammer und die Lage deren Spitze an der Brustwand *(Kiwisch, Bamberger)*, das kleine Areal der Herzspitze und der 3—4mal grössere Binnendruck in der linken als in der rechten Kammer.

Die spitzen Zacken am Kardiogramm rühren daher, dass infolge von Trägheit im Apparat bei einer plötzlichen Beschleunigung der treibenden Bewegung zunächst ein Zurückbleiben und sodann eine Schleuderung der bewegten Masse stattfindet, und zwar dadurch ermöglicht, dass, indem das ganze System des Kardiographen in sonst zweckmässigster Weise nur mit Luft gefüllt ist, reciproke Eigenschwingungen (des Schreibhebels) zwischen der Metallplatte in der Mitte und der diese ringförmig umgebenden Membran stattfinden, namentlich wenn diese letztere breit ist.

Ebenso ändert der Schreibhebel bei jäher Verlangsamung der treibenden Bewegung nicht sofort seinen Gang, vielmehr schiesst er zunächst über das Ziel hinaus, um dann mehr oder weniger in der Schwingungsperiode der ganzen bewegten Masse die richtige Bahn zu erreichen oder nach grösseren Abweichungen, abwechselnd zu beiden Seiten der Bahn in „Eigenschwingungen" auszuklingen, die, falls die Schreibbahn eine wagerechte ist, sehr übersichtlich bleiben, dagegen bei an- oder absteigender Curve oft nur an dem gleichbleibenden zeitlichen Abstand erkannt werden können.

Bei der Bewegungsumkehr wie bei einer Beschleunigung findet im ersten Augenblick ein Zurückbleiben der Schreibspitze statt, die alsdann infolge des erhaltenen Stosses eine wellenförmige Ausweichung oder mehrere „Eigenschwingungen" beschreibt.

Bei der Kardiographie gereichen die Eigenschwingungen häufig zur Entstellung der ganzen Curve, da die Uebergänge zwischen Systole und Diastole bei kräftig pochenden Herzen, namentlich bei erniedrigtem Blutdruck, sehr jäh sind.

Bei Herzschwäche, insbesondere bei der Myokarditis, entsprechen die Curven ohneweiters mehr dem Verlauf des Vorgangs, da die Uebergänge langsamer verlaufen.

Die Gummimembran an der Aufnahmekapsel wird mit einer runden Metallplatte von dem halben Durchmesser der Kapsel bedeckt und kann einen abgerundeten Korkpfropfen als Pelotte tragen. Befestigt wird der Pfropfen, beziehungsweise die lose Metallplatte durch Kitt (z. B. Guttapercha 1, Colophonium 2, Wachs 4), der in kleiner Menge mittels eines heissen Eisenstifts auf allen zusammenzuklebenden Flächen aufgetragen wird.

Bei der Aufnahme hält man die Kapseln zweckgemäss einfach mit der Hand gegen die Haut, und zwar vorzugsweise mit solchem Druck, dass die Ausschläge des Schreibhebels 10—15 Mm. betragen.

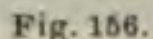
10. Die Sphygmographie.

Zusammenfassende Werke über den Puls und über Pulswellen seit der Einführung der Sphygmographie, welche die bedeutsame übrige Literatur berücksichtigen, schrieben *Vierordt* 1855, 1856, *Marey* 1863, 1881, *O. Wolff* 1865, *Burdon-Sanderson* 1867, *Lorain* 1870, *Moens* 1878, *Mosso* (Diagnostik) 1879, *Rollett* 1880, *Grashey* 1881, *Keyt* 1887, *Ziehen* 1887, *Broadbent* 1888, *v. Frey* 1892 und *v. Kries* 1892.

Der Aufnahme- und Schreibapparat der Pulsuntersuchung ist wie die tastende Beobachtung subtiler Art. Indessen sind die durch die Mechanik der Pulsaufnahme hervorgerufenen Nebenerscheinungen im wesentlichen dieselben wie diejenigen eines unberührt pulsirenden Gefässes, da es sich bei diesem, wie bei einer unter dem Finger im Gewebe liegenden oder einer unter der Pelotte eines Sphygmographen liegenden Arterie immer um den Ausgleich entgegengesetzter Elasticitäten und um das Gegenspiel der lebendigen Kraft einer heranstürzenden Blutwelle und der Trägheit einer weniger bewegten

Blut- und Gewebs-, beziehungsweise äusseren Masse am jeweiligen Punkte des Hindernisses handelt.

Das äquilibrirende elastische System der unberührten Arterie, das im Verlauf der Blutwelle an einem Ort — wie Photographien des intacten Pulses lehren (s. Fig. 156) — mehr oder weniger in Eigenschwingungen geräth, setzt sich für zwei neben einander liegende reciprok schwingende Stellen der intacten Arterie aus folgenden Theilen zusammen, nämlich für den ersten Augenblick des Herantritts der Pulswelle 1. proximal aus dem vorangehenden Theil der beschleunigten Blutmasse, aus dem einschliessenden unbestimmt grossen und vermehrt gespannten Arterienwandstück und aus dem umgebenden, die Schwingungen dämpfenden und verlangsamenden Gewebe, 2. distal aus einer mehr ruhenden Blutmasse und dem einschliessenden weniger gespannten Arterienwandstück nebst Gewebe. Bei der digital comprimirten Arterie kommt nun ein plötzlich vermehrter Bruchtheil der lebendigen Kraft der Blutwelle als Ursache der Eigenschwingungen auf das Hindernis, und zwar als vermehrter Pulsstoss zur Geltung,


Fig. 156.



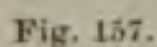
Photogramm eines sichtbaren Pulses (normal).

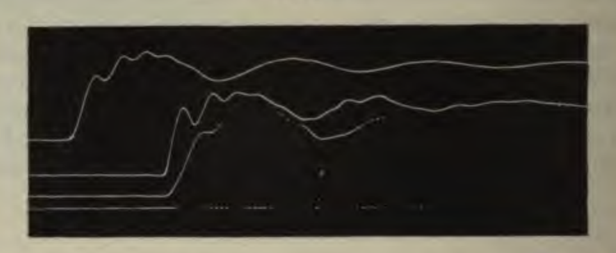
andererseits spielen der Druck und die Elasticität der Haut des tastenden Fingers eine Rolle, wobei noch die Grössen der reciprok schwingenden Arterienwandstücke sammt Blutmassen andere sein müssen als im ersten Fall. Endlich bei der Sphygmographie treten an die Stelle des Fingers die Masse, der Druck und die Elasticität des Hebelwerks sammt der Feder und die Gesammtreibung im Apparat. Am Sphygmogramm sind die negativen Wellen beziehungsweise die Eigenschwingungen besonders auffallend, die vom Druckabfall, also von verminderter lebendiger Kraft principiell ebenso herrühren wie die Eigenschwingungen infolge von vermehrter lebendiger Kraft.

Die Eigenschwingungen am Sphygmogramm können aber zum Theil von der Trägheit im Apparat allein herrühren, zumal da dessen Zusammenhang mit der Haut, sowie derjenige der Haut mit der Arterie kein fester ist, doch indem die grösseren wie kleineren Spitzen und Zacken an mit einem Instrument gewonnenen Sphygmogrammen sehr verschiedene Perioden aufweisen, so müssen sie zum Theil als Eigenschwingungen des ganzen äquilibrirten Systems aufgefasst werden (vgl. Fig. 157—159).

Die heterogene Natur der Bestandtheile des äquilibrirten Systems und der Mangel an Spannung im Gewebe ausserhalb der Arterienwand lassen im übrigen das Zwischengewebe als ein dämpfender, die Schwingungen verlangsamender Puffer wirken.

Pulscurven sind betreffs der diagnostischen Verwerthung Gegenstand einer weit grösseren Hoffnung gewesen als bisher in Erfüllung ging, und scheinbar daher, weil man leicht erwartet, von der Pulscurve etwa Diagnosen und nicht nur vor Augen tretende Einzelmomente ablesen zu können. Der allgemeine grosse Unterschied in der Deutlichkeit zwischen Pulsfühlen und Pulssehen hat unzweifelhaft hierzu in erster Reihe beigetragen, denn in den Untersuchungen über den Puls befindet sich seit *Vierordt* kein Suchen nach Pathognomonischem. Betrachtet man die Sphygmogramme zunächst als ein geeignetes Material für die Analyse zum Zwecke der allgemeinen wie der Differential-Diagnostik, die nicht wie die Forschung mit absoluten Cautelen arbeitet, sondern bewusst oder unbewusst mit dem Wahrscheinlichkeitsgesetz rechnet, so ist mit


Fig. 157.



„Wellen" und superponirte Eigenschwingungen eines elastischen Systems.

dem Fortschreiten grundlegender Feststellungen am Sphygmogramm von denselben weit mehr zu erwarten als von den Ergebnissen irgend einer anderen äusseren instrumentellen Untersuchungsmethode.

Es ist auch zu erwarten, dass die Anzahl der verschiedenen erkennbaren Pulse hierbei wohl nie die Höhe galenischer Zeiten wieder erreichen, indessen doch auf gesunder Basis gross werden wird, sobald der Puls wieder überall nicht nur so lange betastet wird, als bei gleichzeitiger Zählung eine Uhr mit Secundenzeiger $^1/_4$ Minute zurücklegt.

Die ersichtlichen Eigenschwingungen am Sphygmogramm, die fast immer ausgeprägt erscheinen, erbringen zunächst den Beweis, dass das Instrument sich im labilen

Fig. 158.



„Anakrote" Eigenschwingungen eines elastischen Systems.

Zustand befindet. Sie sind aber den mit den üblichen Instrumenten geschriebenen Sphygmogrammen nicht ganz eigenthümlich, sondern erscheinen auch als ein Spitzgipfel an Photographien des Pulses, welche auf verschiedene Weise mit einem Lichtstrahl, im Sinne *Czermak's*, als Vergrösserungshebel gewonnen werden.

Ausser durch den Nachweis, dass der Sphygmograph in labilem Zustande sich befindet, tragen Eigenschwingungen zum Werth der Curve *(Grashey)* selbst bei, zumal bei ihren Ursachen, wie durch ihre auffällige und erkenntliche Form bedeutende Momente verdeutlicht oder gar erst zur Wahrnehmung gebracht werden. Andererseits ist beachtenswerth, dass infolge der durch die Anfangs-Eigenschwingung herbeigeführten Steilheit des Aufstiegs und des Abstiegs der Curve, bei gewöhn-

lichem Papierdurchlauf der Druckabfall am Ende der „systolischen Zeit" oft unmerklich wird (s. Fig. 160). Infolge der geringen Hubhöhe vieler Sphygmogramme trotz der üblichen 50fachen Vergrösserung der Bewegungen, sind Eigenschwingungen in hohem Masse werthvoll, sobald man zur Ausmessung der zeitlichen Abstände vorschreitet, die bei ungewöhnlich grosser Geschwindigkeit der Papierbewegung geschrieben wurden. Für diesen Zweck sind Hubhöhen von über 6 Mm. fast sine qua non. Curven unter 3 Mm. Höhe sind im allgemeinen werthlos, da man bei den verschiedensten Pulsen einander ähnliche niedrige Pulscurven erhalten kann, sobald die Pelotte des Pulsschreibers an ungeeigneter Stelle sitzt. Vor der Aufnahme jeder Pulscurve ist daher das Optimum der Hubhöhe zu suchen. Aus demselben Grunde sind alle Sphymographen von hervorragend praktischem Werth, die sich am Arm leicht um ganz kleine Beträge längs und quer verschieben lassen.

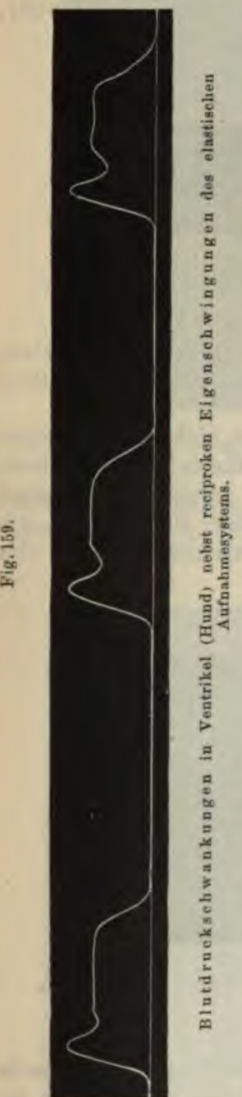


Fig. 159.

Blutdruckschwankungen im Ventrikel (Hund) nebst reciproken Eigenschwingungen des elastischen Aufnahmesystems.

Die **Auskunft**, die man im allgemeinen von **Sphygmogrammen** erwarten kann, betrifft 1. die **Spannung** der untersuchten Arterie, die bei Innehaltung gewisser Massregeln als ein Index derjenigen der anderen Arterien und somit des Blutdrucks gelten kann, 2. die **Widerstände im Capillargebiet** beziehungsweise an geschädigten Aortenklappen, 3. die **Grösse** und **Dauer** der **Blutwelle**, 4. die **relative Dauer der systolischen Erhöhung** und der **diastolischen Senkung**, 5. die **Schnelligkeit der Druckänderungen** im Arteriensystem, 6. die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Pulswelle in den verschiedenen Arterien.

Die **Spannung der Arteria radialis** kann als ein Mass der allgemeinen Arterienspannung betrachtet werden, wenn die Extremität nicht gelähmt und die Hand nicht kalt ist.

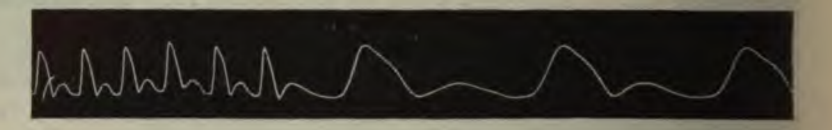
Vermittelst einer gleichzeitig aufgenommenen Curve des Herzschlags oder des Pulses einer zweiten Arterie, z. B. der Carotis oder Pediäa, kann man einerseits eine allgemein verminderte Arterienspannung durch die mit dieser einhergehenden Verlangsamung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Pulswelle oder andererseits die grössere der Arterienspannung, d. h. des Blutdrucks in den entfernteren Arterien, wie beispielsweise in der Pediäa nachweisen. Dieser höhere Blutdruck ist an der Cruralis des Thieres von *Hürthle* festgestellt worden und macht sich in dem weiter oben erwähnten schnelleren Fortschreiten der Blutwelle nach der Peripherie hin geltend.

Die Schätzung der Spannung am Sphygmogramm ist aus dem Grunde nicht ganz einfach, weil die Anfangsgrösse und die Dauer der Blutwelle die Erscheinung beeinflussen. Indessen, wenn das Herz structurell normal ist, so zeigt sich eine verminderte Arterienspannung am Sphygmogramm mit Deutlichkeit durch durchschnittlich vermehrte Hubhöhen und durch grosse Eigenschwingungen, die wohl nicht im Apparat allein, sondern im ganzen elastischen System entstehen. Ferner zeigt sich, dass bei **verringerter Spannung der Arterienwand** die **voranschreitende Zugspitze der Blutwelle** beiderseits steiler als

sonst ist und auch am Anfang des Abfalles steiler als weiterhin im Verlauf der Blutwelle.

Es findet vom Herzen aus bei jedem Pulsschlag eine positive Welle am Anfang und eine negative Welle am Ende der Systole statt, nach der der Blutdruck (als Mass der Arterienspannung) allmählich bis zur neuen Blutwelle, sowohl in der Radialis als auch in der Aorta, hinsinkt. Der Gipfel der positiven Welle, d. h. der Anfang des Abfalles,

Fig. 160.

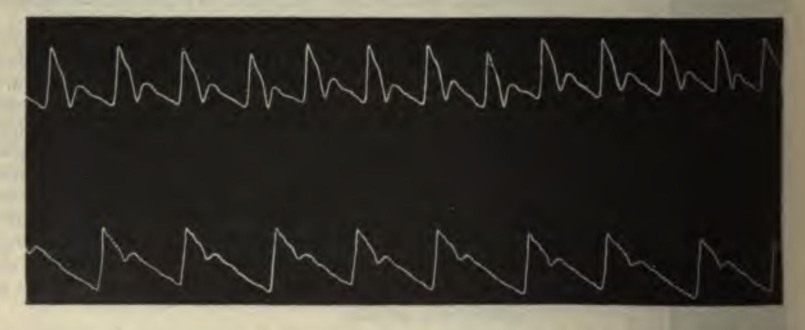


Verdeutlichung der negativen Rückstosswelle durch Beschleunigung des Papiergangs.

findet eher statt als die Beschleunigung des Abfalls, die die negative Welle darstellt, und ist normalerweise am Sphygmogramm ersichtlich (s. Figg. 160, 161 u. 162).

Jede Verminderung der Arterienspannung muss sich auch in einer Verkürzung der „systolischen Zeit", bis zum diastolischen Druckabfall am Pulse (s. Figg. 160 u. 163) zeigen, theils infolge des höheren Blutdrucks (bezw. Arterienspannung) am Ende der Systole als am Anfang derselben und der damit verbundenen Verschiedenheit in der

Fig. 161.



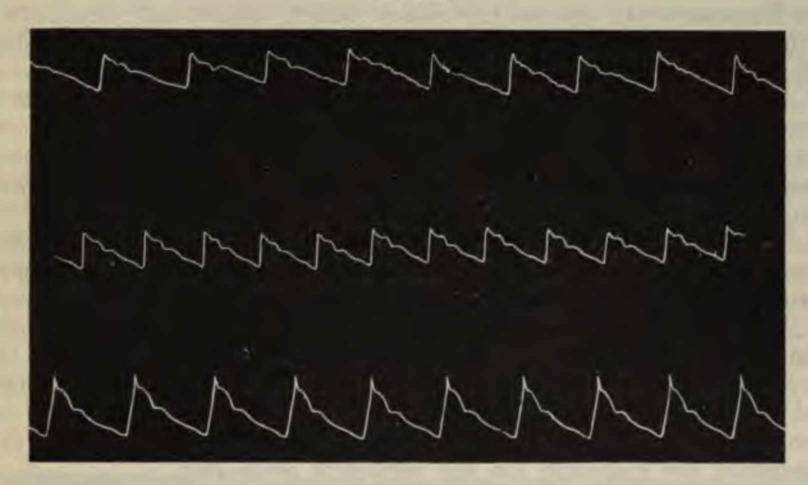
Spannung und Füllung der Art. radialis beim Stehen (oben) und Liegen (nach Mittagtisch hintereinander aufgenommen).

Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Pulswelle, wie überhaupt die systolische Zeit am Sphygmogramm kürzer als die „Austreibungszeit" am Herzen ist.

Andererseits, je starrer die Arterienröhre desto kleiner die Zeitunterschiede im Moment der Druckerhöhung in den verschiedenen Theilen des Arteriensystems, eine Thatsache, die im Einklang steht mit der physikalischen Nothwendigkeit der gleichzeitigen Druckerhöhung überall in einer Röhre, die gar nicht mehr dehnbar ist. Ersichtlicherweise würde bei grosser Starrheit aller Arterien und der normalen Länge der Blut-

welle von 2 Meter die Reibung des Blutes im ganzen Arteriocapillarsystem, dem Herzen im vollen Betrag entgegengehalten, den Muskel

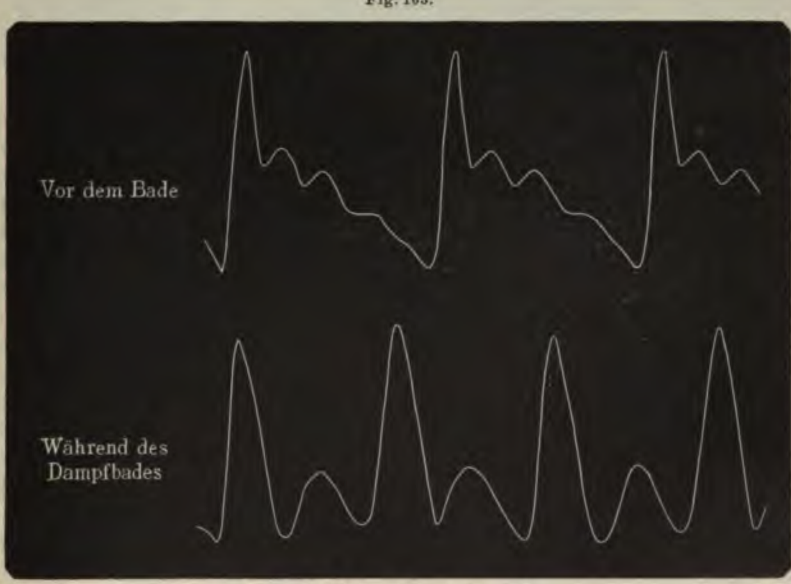
Fig. 162.



Normalpulse im 15. (oben), 30. und 72. Lebensjahre.

sehr bald ermüden. Die Last auf dem Herzen bei der Systole wird eine viel kleinere, sobald das Blut sich in dehnbar elastische Gefässe ergiesst,

Fig. 163.



Nach *Winternitz* (vergrössert).

und zwar: 1. weil die Gefässe oft sehr dehnbar sind, 2. weil in jedem Moment der Systole nur ein kleiner Theil der Blutwelle auf dem Herzen

lastet und 3. weil infolge der vermehrten Ausdehnung der Arterien und der Verlangsamung der Blutwelle (s. Fig. 169) diese letztere verkürzt ist und um so viel weniger Reibung entgegentritt (s. Figg. 160 u. 163).

Die Dikrotie am Sphygmogramm, die das Merkmal und den Massstab einer erschlafften Arterie bildet, nimmt mit verminderter Arterienspannung deutlich zu und schwindet ganz nur bei Individuen mit überaus gesundem Blutkreislauf oder mit straffen Arterien.

Ein vollkommen normaler Puls zeigt immer einen scharfen Fusspunkt am systolischen Anfang und nach einem mässig steilen Anstieg einen Gipfel, von dem an bis zum Fusspunkt des nächsten Pulses sich eine nur am Anfang von einigen wenigen kleinen Schwingungen durchbrochene Linie hinzieht.

Vermehrte Arterienspannung gibt sich ohneweiters durch einen verlangsamten Anstieg und eine verminderte Höhe der Curve, sowie durch das Kleinerwerden oder Schwinden von Spitzen und Zacken kund.

Bei vermehrter Arterienspannung rundet sich der Gipfel ab oder eine Eigenschwingung rückt gegen den vorangehenden Fusspunkt hin, wodurch der Puls statt „katakrot" d. h. mit Erhöhungen nur am Gipfel und am Abstieg nunmehr „anakrot" wird. Diese Eigenschwingung hat eine kurze Periode und zeigt wie die Verlagerung der Zacke nach dem Fusspunkt der Pulswelle hin die vermehrte Spannung.

Die Spannung des Pulses ist oft erhöht bei parenchymatösen Nierenkrankheiten und bei der Schrumpfniere, bei der Arteriosklerose, bei Apoplexie, bei erhöhtem intracraniellem Druck *(v. Leyden)*, nach kalten Luft- und Wasserbädern und nach Einnahme von Digitalis und prägt sich deutlich auf den Curven als eine Verbreiterung des Gipfels mit etwa geradem Abfallen vom Gipfel bis zum nächsten Pulse hin aus.

Verminderte Spannung des Pulses zeigt sich am Sphygmogramm bei Herzkrankheiten, insbesondere bei der Mitralinsufficienz, bei Asthenie, nach Säfteverlusten und Nervenchoc und in warmem Luft- oder Wasserbad, und zwar durch Senkung der Curve unter einer Verbindungslinie zwischen dem Hauptgipfel des Pulses und dem Fusspunkt des nächsten Pulsschlags, ferner durch schlanke Spitzgipfel, durch Zackenreichthum, durch ausgeprägte Dikrotie oder Ueberdikrotie und durch einen verwischten Anfang der tiefgehenden diastolischen Senkung.

Die Myokarditis, bei der im Gegensatz zu allen übrigen Herz- und Gefässerkrankungen eine tiefgreifende Herzparese stattfindet, bietet bei dem sonstigen Mangel an charakteristischen Erscheinungen infolge der verlangsamten Muskelcontractionen und -erschlaffungen ein Curvenbild in Zusammenhang allein mit der Weichheit des Pulses, das bisher wohl deshalb nicht als charakteristisch angesehen worden ist, weil es dem Bilde der erhöhten Pulsspannung, namentlich bei erkrankten Arterien, sehr ähnlich ist, und zwar in der Geringfügigkeit der Eigenschwingungen. Aehnliche Pulsbilder mit langsam ansteigenden Pulswellen verursachen Arterienverengungen und -Versteifungen wie bei der Niereninsufficienz und bei Greisen.

Die Grösse der Blutwelle drückt sich in dem Gesammtflächenraum des Pulses vom Anfang der einen bis zu dem der folgenden Systole aus, da die Eigenschwingungen des elastisch äquilibrirten Systems sich um deren Mittellinie einander die Waage halten.

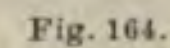
Kleinheit des Flächenraums eines Pulses kann, abgesehen von der fühlbaren Stärke des Pulses, durch eine ungünstige Lage der Pelotte zur Arterie, zur Sehne des Flexor carpi radialis oder zum Radiusknochen, durch die Form, Grösse, Unbeweglichkeit, zu schwachem oder zu starkem Ueberdruck der Pelotte des Sphygmographen und ferner einfach durch kalte Hände oder durch Angstzustände hervorgerufen werden.

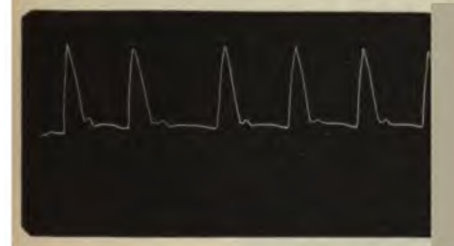
Die Pelotte eines Sphygmographen soll klein und länglich sein, beispielsweise 6×10 Mm., ausser an den etwas abgeschrägten Enden flach und auf einer Querachse bis zu einem Winkel von etwa 20° sehr beweglich sein. Dieselbe wird an die Volarfläche des Handgelenks über den Radius angesetzt, und zwar nahe der Handwurzel, ausserhalb der Sehne des Flexor carpi radialis und an eine vorher palpatorisch nachher instrumentell ausgesuchten Stelle mit empirisch ausprobirtem Druck.

Die Pulswelle ist gross bei allgemein vermehrter Nerven- und Muskelthätigkeit, bei der Apoplexie und bei compensirter Klappeninsufficienz am Herzen und bei bedeutender Regurgitation durch die Semilunarklappen, bei der ein niedriges diastolisches Niveau folgt (s. Fig. 164).

Die Pulswelle wird klein bei grosser Erschlaffung der Abdominalvenen, bei Asthenie und bei Herzmuskel-, Nieren- und Gehirnkrankheiten.

Der Gesammtflächenraum einer Pulscurve ergiebt einen Begriff der Grösse der Blutbeförderung.


Fig. 164.



Radialiscurve bei Aorteninsufficienz.
Nach *Riegel* (*v. Pfungen*, Real-Encyclopädie).

Die Dauer der Systole zwischen beiden Herztönen bleibt bei einer Pulsfrequenz zwischen 74 und 94 pro Minute fast gleich und beträgt wenig mehr als 0,3 Secunden *(Donders)*. Zur Bestimmung der Austreibungszeit des Ventrikels ist der Betrag von 0,08 Secunden, nämlich derjenigen der „Anspannungszeit“ *(Gad* und *Cowl)* (bis im Herzen Aortendruck erreicht wird) abzuziehen, oder umgekehrt beim Herausrechnen der Dauer der Systole aus der Dauer der positiven Blutwelle am Aortenanfang hinzuzuaddiren. Zu dieser letzteren Dauer steht nun die Dauer der aufgezeichneten Blutwelle an der Radialis in enger Beziehung *(Grashey)*, jedoch principiell ungleich, da, wie schon oben angegeben, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Pulswelle bei dem anfänglich geringeren Blutdruck bedeutend kleiner als diejenige der negativen Welle am Ende der Systole bei höherem Druck und Arterienfüllung sein muss. Dieser Unterschied in der Geschwindigkeit der Fortpflanzung in den zwei Hauptmomenten bewirkt eine Verkürzung der systolischen Zeit am Pulse.

Bei der Abmessung der „systolischen Zeit“ an der Pulscurve, d. h. die fortgepflanzte Austreibungszeit des Herzens, darf man nicht die Zeit bis zum tiefsten Punkt der dikrotischen Welle rechnen, sondern immer nur bis zu dem weniger, aber oft

ausgeprägten Moment des beschleunigten, kurz vorhergehenden Druckabfalls *(Grashey, Fick)*, da dieser Zeitpunkt das fortgepflanzte Ende der Systole und der wirkliche Anfang der (negativen) dikrotischen Welle bildet, deren nach unten gerichtete Spitze die Mitte der Welle darstellt.

Am Röntgen-Leuchtbild des Herzens bezeugen dessen „kleinen Contractionen" *(Fick, Tigerstedt, Zuntz* und *Schumburg)* eine mechanisch günstige, unvollkommene Ventrikelentleerung — *Hamernjk, Bamberger, Chauveau* — und somit ein gleichzeitiges Erschlaffen des Muskels, Aufhören der Blutaustreibung und Schliessen der Aortenklappen.

Beide Hauptmesspunkte am Sphygmogramm, welche vom Anfang und Ende des Blutauswurfs des linken Ventrikels herrühren, sind ungleich deutlich (s. Fig. 160). Der Abstand zwischen diesen Punkten beträgt beim P. celer wie tardus oft beträchtlich weniger als $^1/_3$ des ganzen Pulses. Ist der Druckabfall am Pulse nicht deutlich markirt, so zieht man die Zeitdauer der oft deutlichen 2. (gleich der 1.) Hälfte der negativen Welle (also vom tiefsten Punkt der dikrotischen Welle bis zur nächsten Spitze) von der um den gleichen Betrag vergrösserten „systolischen Zeit" ab.

Die bisher ungelöste Frage *(v. Kries)* nach der Hauptursache der dikrotischen Welle gipfelt am Sphygmogramm in der bei grosser Erschlaffung der Arterie auftretenden „Ueberdikrotie", bei der der tiefste Punkt der Thalwelle bedeutend tiefer als der erste Fusspunkt des Pulsschlags selbst liegt, trotz des höheren Blutdrucks in der Mitte als am Ende des Pulsschlags. Es ist hierbei ersichtlich, dass eine mächtige Schwingung des ganzen elastisch äquilibrirten Systems vor sich geht. Betrachtet man ferner statt des wenig sagenden Gegenstandes selbst ein langsam schlagendes vollblütiges Froschherz oder nimmt man eine Curve der Bewegung dessen Bulbus aortae auf, so kann man einen unzweideutigen Rückstoss des Aortenanfangs in das im Moment seiner Erschlaffung nachgiebige Herzfleisch, nämlich am Anfang der Diastole beobachten, der mit einer Erweiterung des bis dahin durch die Contraction der Ventrikelbasis eingeengt gehaltenen Gefässanfangs *(Krehl)* einhergeht. Die Erweiterung, wie die Einengung sind auch an grossen Herzpräparaten, die in künstlicher Systole *(Hesse)*, beziehungsweise Diastole *(Lutze)* gehärtet worden sind, auffallend.

Der angeführte Rückstoss muss nun eine bedeutende negative Welle hervorrufen, die auch vollauf genügend erscheint, um die übliche diastolische bezw. dikrotische Senkung und nachfolgende Erhebung zu erklären.

Bei der Ueberdikrotie schmelzen offenbar der diastolische Druckabfall und der Abfall der grossen Eigenschwingung der Pulswelle zusammen.

Zur Erzeugung der beschriebenen negativen Rückstosswelle kommt zu den bei der unvollkommenen Ventrikelentleerung (oben angeführten) drei als gleichzeitig anzunehmenden Momenten die angeführte Erweiterung des Aortenanfangs, die einen Rückfluss von Blut bedeutet, hinzu.

Die Dauer der diastolischen Zeit an der Pulscurve vom Druckabfall ab ändert sich weit mehr als die der vorhergehenden systolischen Zeit, da das Herz seine Systole, und zwar ganz besonders innerhalb der angegebenen Pulsfrequenzen von 74 bis 94 pro Minute wenig ändert.

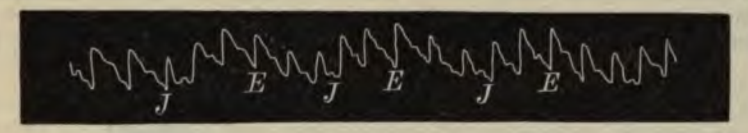
Die Schnelligkeit der Druckänderungen prägt sich am Sphygmogramm, wie schon oben hervorgehoben, durch Eigenschwingungen aus, die auf Curven von bedeutender Höhe fast die halbe Curvenhöhe einnehmen können. Dieselben sind besonders gross und scharf bei Fällen von Mitralinsufficienz, deren Curven oft am absteigenden Schenkel vor dem diastolischen Druckabfall eine Eigenschwingung mit nach unten gehender fast strichförmiger Spitze zeigen.

Der Rhythmus des Pulses, der bei gleichmässig laufendem Curvenpapier von den Sphygmographen getreu verzeichnet wird, ist deutlicher und genauer als beim Palpiren wahrzunehmen, doch sind bei letzterem durch besondere Aufmerksamkeit auch ganz geringfügige Unregelmässigkeiten unschwer zu constatiren. Die Dikrotie leichten Grades wie auch die zuweilen auftretenden Athemschwankungen des

Blutdrucks (s. Fig. 165) erfordern dagegen für die sichere Erkennung im allgemeinen eine sphygmographische Aufnahme.

Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Pulswelle wurde von *Weber, Czermak, Landois, Moens, Grashey, Grunmach, Keyt, Edgren, Hoorweg, Martius* und *Martini* untersucht. Dieselbe vermehrt sich in dem Masse, wie die Eigen-

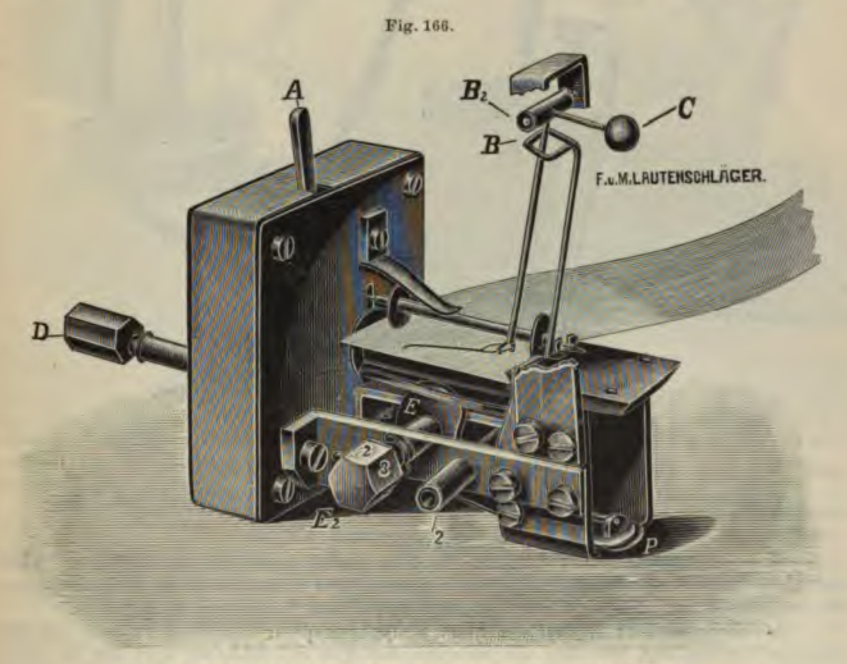
Fig. 165.



Athemschwankungen des Blutdrucks.
Nach *Riegel* (*v. Pfungen*, Real-Encyclopädie).

schwingungen an der Pulscurve sich verkleinern und wird gemessen durch den zeitlichen Unterschied im Moment des systolischen Anstiegs an den Curven des Herzschlages und des Arterienpulses oder an denen zweier von einander genügend entfernter Stellen im Arteriensystem, der einen unmittelbaren Ausdruck der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Pulswelle bildet. Als normale Mittelzahlen gibt *Grunmach* an, bis zur Carotis

Fig. 166.



Sphygmograph nach *Dudgeon* mit Achsenlager (2, nach *Cowl*).

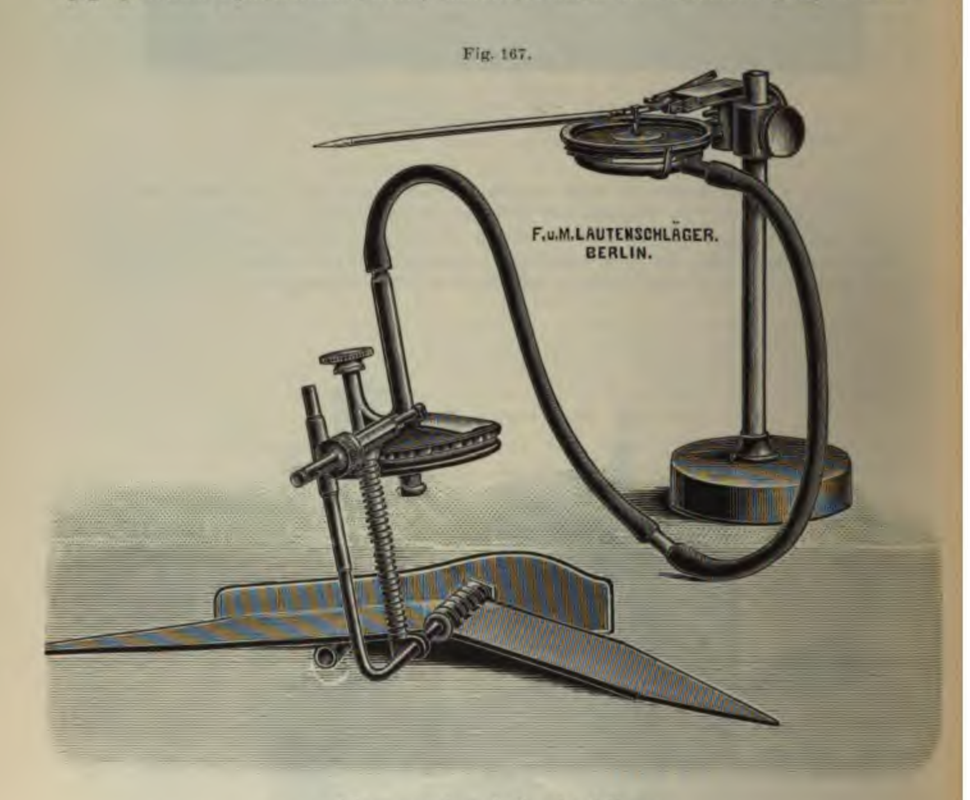
6,6 M., bis zur Radialis 9,0 M. und bis zur Pediäa 11,0 M. pro Secunde. An Herzkranken mit Herzklappeninsufficienz fanden sich bedeutende Verlangsamungen der Pulswelle, z. B. bis 3,1, 6,2 und 8,2 M. pro Secunde. Beim Vergleich von Kardiogrammen und Sphygmogrammen der Zeit nach rechnet man an den ersteren die Anspannungszeit des Herzens ab.

An einem von *Jacquet* besonders gestalteten grossen Sphygmographen *Dudgeon*'scher Art mit breiter Schreibfläche befinden sich zwei Schreibkapseln, die zur Aufzeichnung des Kardiogramms und des Sphygmogramms einer zweiten Arterie dienen können, sowie ferner eine Zeitschreibung am Uhrwerk angebracht.

Dieses Instrument ist daher allein imstande, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Blutwelle in verschiedenen Arterien und Venen festzustellen.

Die gebräuchlichen Sphygmographen sind von zweierlei Art. Sie üben einen Druck vermittelst einer Pelotte auf die Arterie und das Zwischengewebe aus: 1. nach *Vierordt* mit mechanischer Uebertragung der Pulswellen auf das Schreiborgan und 2. nach *Brondgeest-Marey* mittels Luftübertragung. Die ersteren unterscheiden sich untereinander einerseits durch die Art und Anbringung der dem Blutdruck entgegengestellten äquilibrirenden Kraft, andrerseits durch die Schreibbewegung u. a. m.

Fig. 167.



Sphygmograph nach *Brondgeest-Marey*.
(Aufnahmekapsel mit Querachse, Einstellrahmen und schrägem Armsupport nach *Cowl*.)

Das Aequilibrium wird erhalten in den Instrumenten mit mechanischer Uebertragung *a)* nach *Vierordt* vermittelst eines verstellbaren Gewichts, *b)* nach *Marey* durch eine Stahlfeder und *c)* nach *Dudgeon* durch abstufbare Federkraft (s. Fig. 166).

Als Schreibfläche kommt bei allen Sphygmographen berusstes Papier, zuweilen Glas zur Verwendung, auf dem die verschiedenartigen Schreibhebel, entweder in einem grossen Bogen oder nach *Dudgeon* geradlinig schreiben. Der Federsphygmograph nach *Marey*, wie ein ähnlicher nach *Riegel*, bewegen einen Wagen in der Längsrichtung der Arterie, der einen begrenzt langen Papier- beziehungsweise Glasstreifen trägt. Von *Ludwig* wurde eine besondere Hilfsschiene eingeführt, wie sie sich auch an dem *v. Frey*'schen und dem *Jacquet*'schen Sphygmographen befindet, dieselbe dient dazu, das in einer Führung etwas bewegliche Instrument leichter am Puls einzustellen. An dem *Marey*'schen Instrument brachte *E. Mach* eine Druckabstufung mittels Mikrometerschraube an der Feder an.

11. Die Tonometrie der Blutgefässe.

Vergleichende Messungen des Blutdrucks beim Menschen vermitteln die Sphygmomanometer von *v. Basch*, von *Riva-Rocci* und das Tonometer *Laulanie-Gärtner*.

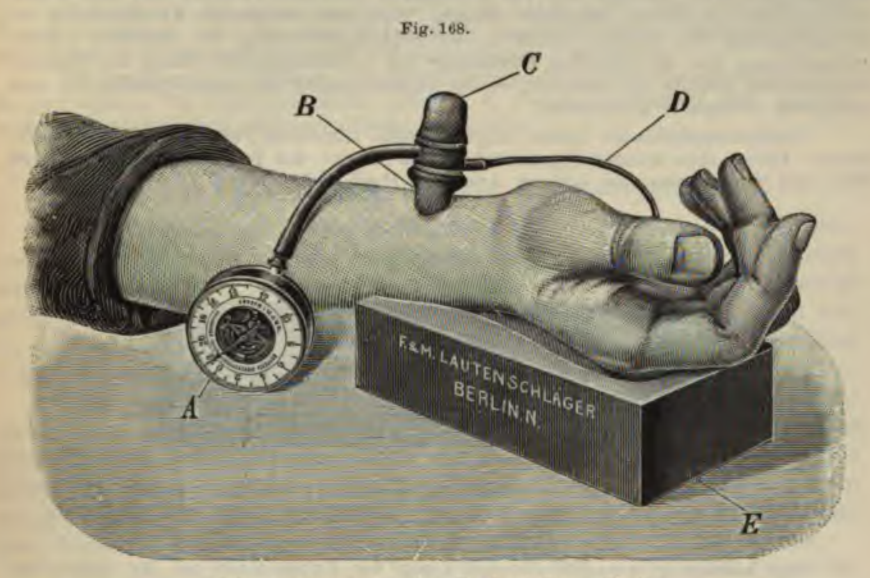
Bei den ersteren wird die Radialis zunächst durch Ueberdruck abgesperrt, der sodann allmählich nachgelassen, den Puls unterhalb der Druckstelle fühlen lässt. In diesem Moment wird an dem Manometer der betreffende Druck abgelesen.

Das Instrument *Riva-Rocci's* besteht aus einer aufblähbaren, verschieden weit verstellbaren Manschette in Verbindung mit einem Manometer und einem Ballon nebst Ventil als Druckpumpe.

Der Druck in dem System wird erhöht, bis der Puls verschwindet und dann nachgelassen, bis er wieder erscheint. Der Durchschnitt der beiden Druckwerthe kann als Norm gelten.

Ein Instrument ähnlicher Art, bei dem ein Band mit seinem einen Ende an einem an dem anderen Ende befestigten Winkelhebel nebst Pelotte zieht (Constr. *Oehmcke*), ermöglicht die Anbringung eines *Dudgeon*'schen Sphygmographen, der dann eine Puls-

Fig. 168.



Sphygmomanometer nach *v. Basch* mit Stütze *(Cowl)*.

curve schreibt, die zum Theil auf der pulsatorischen Füllung der Blutcapillaren an dem untersuchten Körpertheilsquerschnitt beruht und wie alle Volum-Pulscurven eine abgerundete Form der Wellen zeigt.

Durch das *Gärtner*'sche Tonometer wird nach Blutlosmachen eines Fingers der Druck eines die Mitte desselben einschliessenden Bandes nachgelassen und am Manometer der Druckwerth bestimmt, bei dem die bis dahin blasse Haut zu erröthen anfängt.

Die drei genannten Instrumente geben aus dem Grunde nicht den Seitendruck in den Arterien, den man als Blutdruck bezeichnet, in absolutem Masse an, da die lebendige Kraft der Blutwelle an der comprimirten Stelle und die Elasticität der zwischenliegenden Gewebe vernachlässigt werden müssen, die beide die wirklichen Werthe erhöhen, die letztere nach *Potain* um 1—2 Cm. Quecksilberdruck, und zwar besonders stark an sehr verhornter Haut. Die angeführten Ungenauigkeiten scheinen indes kleiner zu sein als andere zufällige Schwankungen und somit kleiner als die Schwankungen, die man ohneweiters diagnostisch und prognostisch verwerthen darf; sie fallen auch zum Theil bei Durchschnittswerthen aus wiederholten Messungen an einem Individuum ausser Betracht. Unter Umständen werden an normalen Individuen grosse Druckwerthe beobachtet, z. B. bei der D'Arsonvalisation. Psychische Beeinflussungen des Blutdrucks bestehen ohne Zweifel zuweilen und sind nicht leicht auszuschliessen.

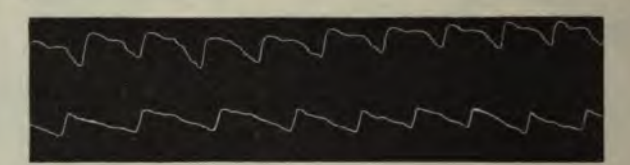
An einer Extremität gleichzeitig erzielte „tonometrische" und „sphygmomanometrische" Werthe sind infolge der localen blutdrucksteigernden Wirkung der Anämisirung des Fingers grösser bei der Tonometrie als bei der einfachen Sphygmomanometrie, beispielsweise an der zweiten Arteria radialis *(Federn)*. *Marey* fand, dass comprimirte endständige Arterien im Vergleich mit anastomosirenden Arterien, die in ihrem Verlauf zusammengedrückt waren, unter Umständen den zweifachen Druckwerth aufweisen. Die von *v. Basch* an der Radialis mittels seines Sphygmomanometers beobachteten Druckwerthe betragen 135—165 Mm., beziehungsweise 125—180 Mm. Quecksilber.

12. Die Plethysmographie.

Die von *Fick* und von *Mosso* eingeführte Plethysmographie zeigt die pulsatorischen Volumschwankungen, „Volumpulse" genannt, im Capillargebiet eines Arms oder eines Fingers. Wohl hauptsächlich infolge der Vergänglichkeit der Manschetten zur Wasserdichtung hat die für ihren Zweck unersetzbare Plethysmographie bisher wenig Verwendung gefunden. Indessen sind von *Maragliano* werthvolle Versuche über die Füllung der Capillaren im Fieber ausgeführt worden. Eine ganz bedeutende Vereinfachung bei der Gewinnung von Curven besteht in der Nicht-Aufzeichnung der absoluten Volumschwankungen und der einfachen Gewinnung von Luftdruckcurven mittels des *Upham-Marey*'schen tambour en régistreur, dessen Aufzeichnungen fast genau parallel mit den wirklichen Volumcurven verlaufen.

Plethysmographische Curven zeigen dieselbe allgemeine Form wie die des Druckpulses, indess ohne scharfe Eigenschwingungen infolge der Trägheit der bedeutenden Blut- und Wassermassen im und am Arm oder Hand (s. Fig. 169).

Fig. 169.



Volumpulscurve (oben) und Druckpulscurve eines Individuums.

Die Ansaugung von Blut aus den Venen der Extremitäten bei der Inspiration verursacht ein Sinken der Curve, der grössere Blutauswurf vom Herzen bei der Dilatation der Lungengefässe während der Inspiration ruft grössere Schwankungen des Volumpulses hervor, bei erhöhtem durchschnittlichen Blutdruck dagegen verkleinern sich die Volumpulsschwankungen in bedeutendem Masse. Beim „Pressen" steigt die Volumpulscurve und vergrössern sich die Schwankungen derselben, bei geistiger Arbeit verkleinern sich die Schwankungen. Der Einfluss der Temperatur des Gewebes auf die Blutgefässe lässt sich mittels eines Plethysmographen bei gewechselter Wasserfüllung verfolgen und im ganzen die Gefäss- und Gewebscontractilität untersuchen.

Ein einfacher und dauerhafter Plethysmograph für den Arm, der den Vorzug hat, keiner Manschette zur Dichtung der Wasserfüllung zu bedürfen, besteht aus einem Blechcylinder von etwa 10 Cm. Durchmesser, der den Arm bequem bis gegen den Ellenbogen hin aufnimmt und ferner aus einem Satz passender cylindrischer Hohlringe mit verschieden grosser Oeffnung, die sämmtlich in das obere Ende des Blechcylinders einpassen und durch ein Gummiband abgedichtet werden. An der Oberseite des Blechcylinders nahe dem distalen Ende befindet sich eine etwa 3 Cm. weite Oeffnung zum Eingiessen von Wasser, die mittels eines Pfropfens geschlossen wird, der wiederum eine Glasröhre für die Gummischlauchverbindung mit einer *Marey-Engelmann*'schen Schreibkapsel trägt. Ein Luftraum über dem Wasser von 25—30 Ccm. sichert getreue Curven. Ein Ablasshahn am unteren Ende des Blechcylinders bildet eine Annehmlichkeit beim Gebrauch. Ein Gestell zur Unterstützung des Cylinders ist entbehrlich, wenn das abschliessende Blechstück des distalen Endes an der unteren Kante gerade ist.

13. Die Dynamometrie.

Instrumente zur Messung der maximalen Muskelkraft eines Körperbezirks werden Dynamometer genannt. Das gebräuchlichste derselben ist für die Hand eingerichtet und vermittelt vor allem Vergleiche der Muskelkraft der Vorderarme. Es besteht aus einem elliptischen Stahlreifen, in dessen Binnenraum eine Scala, ein drehbarer Zeiger und ein einfacher Zahntrieb sich befinden.

Zur Untersuchung der Kraft anderer Muskelgruppen lassen sich dauerhafte Spiralfedern aus Stahl von verschiedener Stärke verwenden, die, mit Handgriffen für beide Hände versehen und als Mittel für Muskelübungen paarweise benützt, als „Muskelverstärker" bekannt sind. Dieselben bedürfen einer Graduirung mittels Massstabs und angehängter Gewichte.

Die Messung von Dauerleistungen vollzieht sich am einfachsten durch Zählung der Erhebungen des Körpers auf den Fussspitzen, und zwar jedesmal bis zu einer und derselben Höhe, beispielsweise bis zu einer gepolsterten Fläche. Die ganze Leistung gleicht dann der Anzahl Erhebungen mal ihre summirte Grösse mal das jedesmal gehobene Gewicht. Veränderliche Momente von Belang dabei sind: die Häufigkeit pro Zeiteinheit, die Grösse des Ausschlages und die Länge des Os calcaneus. Die langen Fersen des Negers, die eine lange dünne Wade bedingen *(Marey, Joachimsthal)*, befähigt ihn zu stundenlang dauernden Körpererhebungen, wie Laufen.

Für zahlenmässige Untersuchungen beziehungsweise Curvenaufzeichnungen werden Ergographen für Vorderarmmuskel- *(Mosse, R. du Bois-Reymond)* und für Arm- und Rumpfmuskelarbeit *(Gärtner, Zuntz)* verwendet.

14. Die Photographie und die Kinematographie.

Mit *Czermak* und *Marey* anfangend, ist die Photographie zur Darstellung krankhafter Formen und Bewegungen der Körpertheile vielfach und mit grossem Erfolg verwendet worden. Mehr oder weniger bekannt sind das Werk *Curschmann's* und die unter der Leitung *Charcot's* und *v. Leyden's* angelegten Sammlungen der Salpêtrière und des Berliner Charitékrankenhauses.

Nur weniger anwendbar als die Photographie stillstehender Objecte in charakteristischen Stellungen ist diejenige von bedeutungsvollen Phasen pathologischer Bewegungen, die oft in kleiner Zahl diagnostischen Zwecken vollauf genügen. Diese Art Kinematographie kann jedes modern ausgerüstete „Atelier" ausführen, indessen nur mit vollem Erfolg unter der Directive beziehungsweise sachverständigen Mithilfe des Arztes.

Der kinematographischen Darstellung bediente sich auch *Doyen* für die Veranschaulichung der Etappen verschiedener Operationen.

Besonders beachtenswerth ist die photographische Fixirung von Beobachtungs- beziehungsweise Versuchsanordnungen, mit den einfachsten photographischen Mitteln, durch „Zeitaufnahmen".

Aufnahmen von gehenden Personen lassen sich im allgemeinen nur in einem Oberlichtsaal über eine weisse Bodenfläche, z. B. ein ausgebreitetes Laken, ausführen.

Die Kinematographie in gewöhnlichem Sinne fällt im allgemeinen ausser Betracht, da sie unnöthig viele und nur kleine Bilder schafft, die sich unvortheilhaft vergrössern lassen. Dagegen sind Serienbilder von allergrösstem Werth.

Zur ausgiebigen Anwendung der Photographie von Kranken sind ein sehr lichtstarkes Objectiv von mindestens 15 Cm., vortheilhafter 25 Cm. Brennweite, ein innerhalb weiter Grenzen abstufbarer Momentverschluss und ein absoluter Expositionsmesser nothwendig.

Die treuesten Bilder ergeben Objective von über 20 Cm. Brennweite. Je nach der Grösse der Brennweite erfordert die Anfertigung solcher Bilder grössere Bildplatten, Camera und Stative.

Mit der Grösse der Platte steigt die nothwendige Helligkeit des Objects bei der Aufnahme, vermindert sich indess die Störung durch kleine zufällige Bildfehler (vergl. pag. 599).

Bilder auf kleinen Platten, die mit Objectiven von kurzer Brennweite gewonnen werden, bedürfen einer Vergrösserung, die infolge der gleichen Vergrösserung von zufälligen Bildfehlern wie auch des „Korns" der Platte im allgemeinen wenig über das Dreifache betragen darf.

Die Vergrösserung von Photographien für die gewöhnliche Betrachtung erfolgt auf Bromsilberpapier, das im grösseren Format auch zur Herstellung von „Negativen" dienen kann.

Zur photographischen Aufnahme im Krankenzimmer hängt man weisse Laken um das Bett oder den Stuhl, bringt den Kranken in solche Richtung zur Tagesbeleuchtung, dass der betreffende Körpertheil, namentlich das Gesicht u. a. m. vom Objectiv aus ein natürliches Aussehen hat, worauf mit Vortheil ohne Zuhilfenahme von Blitzlicht exponirt wird.

Ausführliche Beschreibungen von Methoden betreffs lebender wie todter Objecte bis zur vollendeten Herstellung des Bildes finden sich in dem „Practicum der wissenschaftlichen Photographie" von *Kaiserling*.

Von makroskopischen Präparaten, auch „im Freien", gewinnt man reflexlose Bilder, wenn sie sich bei der Aufnahme in cylindrischen Glasgefässen mit Wasser bedeckt und unter einer verticalgerichteten Camera befinden.

15. Die künstliche Beleuchtung.

Die künstliche Beleuchtung erkrankter Oberflächen wie krankhafter Producte ist der Tagesbeleuchtung gegenüber hauptsächlich aus dem Grunde minderwerthig, weil die Spectra der Lichtquellen sehr von dem Sonnenspectrum abweichen, wodurch die beobachteten Farben mehr oder weniger beträchtlich verändert erscheinen.

Verstärkte künstliche Beleuchtungen von erkrankten Körpertheilen, Gewebsstücken u. a. m. können durch grosse Condensorlinsen von langer Brennweite oder durch Hohlspiegel erfolgen, die man in der Hand hält oder an einem Stativ befestigt.

Bei der Verwendung von elektrischem Licht ist ein kreisförmiger Reflector mit Griff, kleinem kreisförmigen Metallspiegel und Centralfassung zur Einschraubung von Glühbirnen zu 10, 16, 25, 32, beziehungsweise 50 Kerzen Lichtstärke empfehlenswerth. Ein langer und biegsamer Verbindungskabel nebst einem kleinen Stativ mit einer verschiebbaren Drehklemme gestatten eine feste Aufstellung in beliebiger Nähe des Objects bei verschiedener Lichtrichtung.

16. Die Tagesbeleuchtung.

Eine verstärkte Tagesbeleuchtung erkrankter Körpertheile lässt sich durch gewöhnliche grosse eingerahmte Glashohlspiegel zweckgemäss bewirken. Für die Beleuchtung grösserer Flächen sind Schirme mit grossen hellen Flächen vortheilhaft.

Eine Beleuchtung, die geeignet ist, das als *Litten*'sches Zwerchfellphänomen bekannte sichtbare Auf- und Absteigen der oberen Grenze des *Traube*'schen Raums zur Anschauung zu bringen, fällt von einem Fenster auf das wagerecht liegende Individuum fast in der Körperrichtung, wobei die Wände des Zimmers nicht sehr hell sein dürfen.

Die Farbe des Tageslichts, die unter Umständen bei Untersuchungen von Bedeutung sein kann, ändert sich in höheren gemässigten Erdzonen besonders rasch um die Mitte Februar, wie das zum Theil aus der Thatsache zu entnehmen ist, dass bei derselben optischen Helligkeit photographische Aufnahmen merklich verschieden lang dauern vor und nach dieser Zeit, und zwar in ähnlichem Sinne wie beim Sonnen-Auf- und -Untergang, alsda vermehrt und schräg durchstrahlter „rother" Wasserdampf die blauen photographischen Strahlen absorbirt. Die oben angeführte Lichtänderung ist aus dem Grunde für das Auge nicht sehr merklich, weil für die Netzhaut wie für alle Pflanzen die „aktinischen Strahlen" hauptsächlich die gelben sind, dagegen für die schweren Silbersalze der Photographie die blauen.

17. Die Phanaeroskopie.

Eine besondere Art Beleuchtung der Hautoberfläche bildet die von *O. Liebreich* eingeführte Phanaeroskopie, die sich bisher bei der Diagnose von sonst unsichtbaren Lupusknötchen wie des sich ausbreitenden Erysipelas nützlich erwiesen hat. Bei der Phanaeroskopie wird vermittelst einer schwachen Lichtqelle, einer einfachen Linse mit kurzer (z. B. 8 Cm.) Brennweite, einer Irisblende zur Verminderung der Lichtintensität und unter Ausschluss von Seitenlicht eine engbegrenzte Stelle der Haut beleuchtet, einmal ohneweiters, sodann durch ein Druckglas, das das Blut aus dem Gewebe verdrängt.

Durch die Ausschaltung der stark rothen Farbe des Blutes kommen andere Farben, beispielsweise die gelbe Farbe tiefliegender Lupusknötchen zur Geltung, womit eine analytische Coloriskopie ausgeübt wird.

18. Die Coloriskopie.

Die Coloriskopie, beziehungsweise Colorimetrie wird durch die Herstellung einer Farbengleichheit zwischen dem Object und einer Stufe an einer gefärbten Vergleichsscala erzielt, und zwar bei der Blut- und Harnuntersuchung.

Die Schwierigkeit, ein genaues Vergleichsmass in allen den Fällen herzustellen, wo zwei veränderliche Farben in Betracht kommen, z. B. beim Serumgelb und Blutroth hat bisher eine grössere Genauigkeit bei der Ausübung namentlich der Hämometrie verhindert.

19. Die Hygroskopie und Hygrometrie.

Die Hygroskopie der Luft kann bei ätiologisch-diagnostischen Fragen von Bedeutung sein, wozu höchst einfache Hygroskope genügen, die aus faserigem Gewebe bezw. Fliesspapier bestehen, das einmal in einer $10^0/_0$igen Lösung von Kobaltnitrat getaucht wurde. Das erwähnte Salz zieht bei einer relativen Feuchtigkeit der Luft von über 50^0 Wasser an und wird rosafarbig, während es in trockener Luft blau wird.

Hygrometer werden im allgemeinen nach *Saussure* mittels entfetteter Menschenhaare hergestellt, die an einem doppelarmigen Hebel ziehen und dadurch einen Zeiger vor einer Scala bewegen. Die Haare sollen von Zeit zu Zeit angefeuchtet werden, damit die Angaben die gleichen bleiben; da dieses indessen wohl in den seltensten Fällen durchgeführt wird, kann man statt dessen das Instrument gelegentlich prüfen, und zwar vermittelst eines geschlossenen Gefässes, das etwas Wasser enthält. Vortheilhaft ist die Aufbewahrung von Hygrometern in wagerechter Lage an feuchten Stellen.

Ein Hygrometer mit Thermometer und Nebenscalen zur ungefähren Bestimmung des Thaupunkts u. a. m. heisst „Polymeter".

Genaue Bestimmungen des Thaupunkts und dadurch der relativen wie der absoluten Feuchtigkeit der Luft vermittelt das Condensationshygrometer nach *Döbereiner*, das aus einem Reagenzglas, dessen Aussenwand zum Theil versilbert wird, aus Zu- und Ableitungsröhren und aus einem Thermometer, das in dem leicht abdampfenden Flüssigkeitsinhalt taucht, besteht. Durchstreichende Luft entzieht der Flüssigkeit Wärme durch Abdampfung und führt eine Thaubildung an der Silberfläche herbei.

Die Luftfeuchtigkeit in Wohnräumen von weniger als 50^0 relativer Humidität ist eine mangelhafte und führt zu Trockenheit der oberen Luftwege.

20. Die Thermometrie.

Thermometer werden einerseits zur Bestimmung der Körperwärme, andererseits bei der Bestimmung der Gefrierpunktserniedrigung von Flüssigkeiten verwandt, und zwar durchwegs mit Quecksilber als

Messmittel. Die von *Wunderlich* zuerst in weitem Massstab erforschte Thermometrie des Körpers zeigt eine bei allen Säugethieren sehr constante Körpertemperatur, die an Körperstellen, welche nicht der äusseren Abkühlung oder der Erwärmung durch die Nähe der Leber bei der Verdauung ausgesetzt sind, normalerweise nur geringfügigen Schwankungen unterworfen ist, dagegen bei vielen Krankheiten einen bedeutsamen Index ihres Verlaufes abgiebt.

Die Temperatur der Achselhöhle beträgt 36,25°—37,0°, der Mundhöhle unter der Zunge 36,9°—37,2° *(J. Davy)*, des äusseren Gehörgangs 36,75°—37,0° *(E. Mendel)*, des Mastdarms 36,95°—37,35° *(Jäger)*. Die mittlere Temperatur der Achselhöhle beträgt im Durchschnitt 0,5° und die Tagesdifferenz etwa 36,5° C. Das Maximum fällt in die Nachmittagsstunden und nach der Hauptmahlzeit. Bei starker Muskel- wie Verdauungsthätigkeit steigt die Körperwärme um 0,5°—1° C. Bei grosser Muskelanstrengung und in heissen Bädern geht die Steigerung bis über 39° und sinkt im Schlaf erst schneller, dann langsamer bis zu einem unbestimmten Punkt bei vita minima. Bei 44° C. tritt bald der Tod ein. Die Temperatur im Mastdarm wie im ganzen Becken kann zu einer und derselben Zeit 0,8°—1° höher als in der Achselhöhle stehen *(I. Munk)*, pflegt aber nur bis 0,2° darüber zu steigen *(H. Vierordt)*. Aus verschiedenen Gründen sind „blinde Thermometer“, die keine Scalen und keine Ritzen tragen, zweckmässig.

Kleine Temperaturerhöhungen bei Greisen, Gelähmten und geistig Erkrankten, sowie bei denen, welche wenig Muskelarbeit verrichten, sind weit mehr bedeutungsvoll als bei anderen.

Die gebräuchlichen Thermometer für die Messung der Körperwärme besitzen ein cylindrisches Quecksilbergefäss mit dickeren oder dünnen Wänden, eine Scala mit Zehntelgradtheilung von etwa 35° bis 42° oder eine Halbgradtheilung von 30° bis 45° und einen birnförmigen Querschnitt des Tubus, wodurch der Quecksilberfaden bedeutend vergrössert erscheint. Sie sind Maximalthermometer und werden vorzugsweise vor der Calibrirung erst einer längeren Ablagerung zur Zusammenziehung des Quecksilbergefässes unterworfen, oder aber aus besonderem Borosilicatglas verfertigt und in der Reichstechnischen Anstalt geprüft und geaicht. Zur Erhaltung ihrer Genauigkeit ist ein Eintauchen in Wasser von einer Temperatur über ihr höchstes Scalentheil zu vermeiden. Alte, wie überangestrengte Thermometer werden mit neu bezogenen geaichten verglichen.

21. Die Kryoskopie.

Eine Reihe schwerwiegender Umstände von principieller Bedeutung schränken die Anwendung der Bestimmungen der durch den osmotischen Druck der Körperflüssigkeiten bedingten Gefrierpunktserniedrigung derselben, mit Δ bezeichnet, auf ein kleines Mass ein, namentlich 1. die sehr zusammengesetzte Beschaffenheit der Flüssigkeiten, 2. die Schwankungen derselben infolge von Verschiedenheiten in der Nahrung, in der Flüssigkeitsaufnahme und -Abgabe und in der Wärmeproduction wie Muskelthätigkeit, 3. die pro Gramm verschwindend kleine Δ aller Substanzen mit grossen Molekülen, somit der bedeutenderen organischen Substanzen im Körper, die ihre Energie nicht schon durch Oxydation und Spaltung abgegeben haben und 4. die weniger prägnante Wirkung der Abfallstoffe, wie z. B. des Harnstoffes, als der im Organismus schwankenden anorganischen Salze, die als Ueberschuss aus der Nahrung im Harn erscheinen.

Im Harn — der schon 1% Kochsalz enthält — sind über $^3/_4$ der Moleküle der Salze in Ionen „dissociirt“, die übrigen als „passive“ Moleküle *(Arrhenius)* vorhanden. In 2%iger Lösung bewirkt der nicht „dissociirte“ Harnstoff mit einem Molekulargewicht von 60 ein Δ von 0,65° C., dagegen das zum grössten Theil dissociirte Kochsalz mit einem Molekulargewicht von 58,5 ein Δ von 1,2° C.

Eine 6%ige Harnstofflösung, als Beispiel eines wenig dissociirten Elektrolyten in Normallösung, enthält 60 Gramm-Moleküle pro Liter oder 1 „Mol“ *(Ostwald)* pro Flüssigkeitseinheit, eine 2%ige Lösung somit nur $^1/_3$ Mol.

Die Δ des Wassers einer Lösung von nicht dissociirter Substanz in Menge von 1 Gramm-Aequivalent = 1 Mol beträgt der Theorie nach 1,86° C.

In einer Kochsalzlösung dagegen wie in allen anderen Salzlösungen dissociirt sich ein je nach der Verdünnung mehr oder weniger grosser Theil der Moleküle in Ionen, die den Gefrierpunkt ebenso erniedrigen wie „passive" Moleküle. Von *Köppe* wird auch ein Ion als „Mol" gezählt.

Die Δ ist nun der Ionen-Molekülmenge proportional, sie ist diese nicht und bildet noch weniger eine „Molekular-Concentration".

Die Ionen-Molekülmenge in wässerigen Lösungen von gleicher „Aequivalent-Concentration" (*Kohlrausch* = die Anzahl Gramm-Aequivalente, die sich in 1 Ccm. einer Lösung befinden, z. B. einer „Normallösung") ist bei verschiedenen Elektrolyten sehr ungleich und der Aequivalent-Concentration, vollends der Molekular-Concentration nicht proportional.

Die Δ aller Salzlösungen ist selbst das Massgebende und bedarf keiner Umschreibung.

Von *v. Korányi* wird das Zeichen δ für die Δ des Blutes, dieses letztere besonders für den Harn benutzt, δ = 0,56° C. durchschnittlich.

Specielle Anweisungen für die Bestimmung der Δ des Harns befinden sich pag. 60 dieses Werkes.

Thermometer, welche für kryoskopische Bestimmungen verwendet werden und in $^1/_{50}$ oder $^1/_{100}$ Grad Celsius getheilt sind, bedürfen einer häufigeren Controle in frierendem destillirtem, möglichst luftfreiem bezw. gasfreiem Wasser. Diese Controlen verlangen „metastatische" Thermometer, wie das nach *Beckmann* mit veränderlichem Nullpunkt, und auch diejenigen mit sogenanntem festen Nullpunkt. Beim Gebrauch darf das Thermometer keinem Druck, z. B. am Ende des Quecksilbergefässes, noch einer starken Reibung am Quecksilbergefäss ausgesetzt werden.

Der Versuch, eine grössere Genauigkeit der Bestimmungen der Δ durch eine feinere Eintheilung der Scala wie etwa in $^1/_{1000}$ Grad C. herbeizuführen, ist, ausser für sehr grosse Mengen zu gefrierender Flüssigkeit u. dergl. mehr, illusorisch. Eine wirkliche Erhöhung der Genauigkeit bis zu der einer $^1/_{1000}$gradigen Scala führen dagegen Thermometer wie die von *Marchis* herbei, welche statt eines Glasgefässes für das Quecksilber ein solches aus Platin besitzen, das ein unvergleichlich besserer Wärmeleiter ist.

Bei der Bestimmung der Δ in kleinen Mengen Flüssigkeit, z. B. 5 Ccm., wie das unter Umständen bei Körperflüssigkeiten nicht selten ist, wird eine langsame Wärmeleitung durch die Wand des Quecksilbergefässes zu einem Grundübel, da das Thermometer nicht nur eine andere Temperatur anzeigt, als in der Flüssigkeit herrscht, sondern verschieden andere (je nach den Bedingungen des Versuchs), und ferner steigt noch, nachdem eine in Betracht kommende Menge Wasser aus der dadurch concentrirteren Lösung ausgefroren ist, womit die Ablesung der nach der Unterkühlung höchst erreichten Temperatur, also der Δ, überhaupt falsch sein muss. Diese Thatsache tritt auch in den schwankenden Werthen, die ohne grösster Gleichmässigkeit im ganzen Verfahren, wie bei Wiederholungen der Bestimmungen an kleinen Mengen Flüssigkeit gewonnen werden, zutage.

Ein fernerer Vorzug des Platins am Thermometergefäss an Stelle von glattem Glas ist die Begünstigung der Gefrierung und somit die Einschränkung der Ueberkaltung.

Bei der durchgehenden Verwendung von Glasgefässen wird der Fehler infolge von Ueberkaltung durch das Impfen, und zwar mit Reif, vermieden, der sich am äusseren Eiswassergefäss bildet und mittels eines Glasstifts abgeschabt wird, das am Ende abgeflacht und zu einer Schneide abgeschliffen ist.

Ein bequemeres Gefriermittel als Eis, Salz und Wasser bietet verdampfende bezw. sich ausdehnende Kohlensäure aus Stahlbomben des verdichteten Gases. Hiezu ist ein besonderer Apparat mit Holzmantel und gasableitenden wie zuleitenden Röhren nöthig, damit das von Wasser leicht absorbirbare Gas die erzielten Werthe der Δ nicht vergrössere. Geimpft wird mittels des nahe der Ausflussöffnung der Bombe sich bildenden Reifes.

Aus dem Obigen sind die Cautelen zum Theil ersichtlich, welche bei allen Vergleichen bezw. absoluten Bestimmungen innegehalten werden müssen, sowie die Gründe für die Thatsache, dass das ganze Gebiet der Kryoskopie noch weit mehr dem Forscher als dem Praktiker gehört.

In unbekannt wirksamem Gegensatz stehen indess einerseits das grössere Molekulargewicht und somit Absolutgewicht der im Organismus wichtigeren Substanzen gegenüber dem gleichen osmotischen Druck aller einander äquivalenter Moleküle, andererseits die zusammen fortschreitende Zunahme der Abfallprodukte

mit kleinen Molekülen, des osmotischen Drucks und der Δ gegenüber den unbedeutenderen Aenderungen im specifischen Gewicht in unreinem Blute.

Ferner scheint im Sinne *v. Korányi's* bei dem im Organismus durch viele Compensationen möglichst gleich gehaltenen osmotischen Druck eine Exclusion von Nährmolekülen durch verhaltene Ueberschuss-, Neben- und Abfallsmoleküle aller Art unter Umständen *(Kümmell)* stattzufinden. Hiermit kehren wir wieder zu Euryphon (Knidos) zurück.

22. Der Todesnachweis.

Die Feststellung des eingetretenen Todes beruht in erster Reihe auf dem Nachweis des Fehlens des Herzschlages und des Muskeltonus, der auch in der Narkose wie bei Vita minima nicht ganz schwindet.

Die Wahrnehmung des Herzschlages und des Muskeltonus des Körpers können in der Weise verbunden werden, dass man bei aufmerksamer Beobachtung den Oberkörper in die rechte Seitenlage mit dem rechten Arm nach rückwärts bringen lässt, um darauf nach dem Herzschlag zu palpiren und bei der im Zimmer herrschenden Ruhe mittels eines sehr empfindlichen Hörrohrs, beispielsweise nach *Bazzi-Bianchi-Smith* oder nach *Cammann-Snofften* (das in letzterem Falle von leichter Bauart, auch wenig Schallenergie absorbirt), nach dem zweiten Herzton zu horchen.

Innerhalb $^{1}/_{4}$ Stunde nach dem Tode ist die Temperatur im Mastdarm bei gewöhnlicher Zimmertemperatur um ein Paar Grad Celsius gesunken. Bei Gehirnkrankheiten kann sich in den Stunden vor dem Tode eine Temperatursteigerung einstellen, die, unbeachtet, kurz nach dem Tode Zweifel an demselben hervorrufen kann.

Bei rascher Verblutung wie Occlusion der Pulmonal-, der Bulbär- und der Coronararterien geben die kurzen tiefen, selten werdenden Züge der Syncopalathmung ein untrügliches Zeichen des nahen Endes ab.

Percussion und Auscultation.

Von **Hermann Vierordt.**

A. Percussion der Brustorgane.

Die Technik der Percussion

muss bei ihrem unmittelbaren Einfluss auf die Art des Percussionsschalles und der daraus sich ableitenden Schlussfolgerungen gesondert in Betracht gezogen werden. Gegeben ist die Unterscheidung in eine jetzt wenig benützte, aber gelegentlich zur Demonstration heranzuziehende, unmittelbare Percussion, wie sie *Auenbrugger** übte, und eine mittelbare, als deren einfachste und darum empfehlenswertheste Form die Fingerpercussion erscheint: Beklopfen des aufgelegten Mittelfingers der einen (l.) Hand mit dem mässig gekrümmten Mittelfinger der anderen. Daneben kommt die Finger-Plessimeter-Percussion *(Piorry)* und die Plessimeter-Hammer-Percussion *(Wintrich)* in Betracht. Wenn nun auch zugegeben werden muss, dass die Finger-Fingerpercussion da, wo geflissentlich sehr stark percutirt werden will, etwa bei reichlichem Pleuraexsudat im kräftig gebauten Thorax, nicht immer ganz zureicht, mindestens etwas anstrengend wird, so bietet sie doch wieder so unverkennbare Vorzüge durch das verhältnismässige Zurücktreten des Eigenschalles des percutirten Fingers (gegenüber andersartigen Plessimetern) und die gleichzeitige Verwerthung des Tast- und Resistenzgefühls, wozu noch die Unabhängigkeit von irgend welchem instrumentellem Beiwerk kommt. Auch lässt sich die Finger-Fingerpercussion aufs beste abstufen; neben dem verschieden starken Aufschlagen des Klopffingers wirkt das mehr oder minder starke Erheben des Plessimeterfingers an seinem proximalen Ende schallschwächend, so dass man die Intensität des zu erzeugenden Schalls völlig in der Hand hat. Wo man also nach- und nebeneinander eine dickere und dünnere Lungenschicht oder Lunge neben nicht lufthaltigen Partien zu percutiren hat, kann der Schall gerade so abgestuft werden, dass der Unterschied zwischen den differenten Schallgebieten jeweils am deutlichsten hervortritt.

---

* Ueber das Historische dieser Technicismen siehe den von mir bearbeiteten Abschnitt im II. Band, pag. 604 des Handbuchs der Geschichte der Medicin, herausgegeben von *Neuburger* und *Pagel*.

Im übrigen kann und soll nicht geleugnet werden, dass auch mit der instrumentellen Percussion in durchaus zureichender, gelegentlich, wie gesagt, bequemerer Weise untersucht werden kann; meine Ansicht von der Entbehrlichkeit des instrumentellen Beiwerks wird dadurch nicht hinfällig.

Ein vielfach übersehener Punkt, namentlich bei der vergleichenden Percussion, etwa bei geringen Schallunterschieden an den Lungenspitzen u. s. w., ist der, dass man zweckmässig immer gleich starke und namentlich gleich viele Schläge führt, ehe man seine Entscheidung trifft. Etwa Gruppen von je 3 Schlägen, die sich ungezwungen zu einem akustischen Gesammteindruck zusammenfügen, sind zu empfehlen. Wer in diesem Sinne längere Zeit geübt hat, untersucht späterhin instinctiv in der Weise, ohne sich immer genau Rechenschaft über das rein Technische zu geben.

Für die Percussion des Herzens ist als besonders genaue Resultate ergebend von *Ebstein** zuletzt unter der Bezeichnung „Tastpercussion", schon seit längerer Zeit die stossweise, palpatorische Percussion, durch welche die „Herzresistenz" genauer ermittelt werden soll, empfohlen worden und *Aug. Schott* hat der „seitlich abgedämpften Percussion" Vorzüge nachgerühmt; hierbei dient der Mittelfinger der linken Hand als Plessimeter, während Zeige- und Ringfinger möglichst auf die Unterlage drücken, um störende Schwingungen der Thoraxwand und besonders des Brustbeins zu unterdrücken. Beide Arten der Percussion haben sehr getheilte Aufnahme gefunden. Ob sich ihre allgemeine Einführung lohnt, dürfte mindestens fraglich sein, Nutzen vermögen sie gegebenenfalls immerhin zu stiften.

Wenn *Grote*** in der Frage: „Wie orientiren wir uns am besten über die wahren Herzgrenzen?" unter Verwerfung namentlich all der sog. phonendoskopischen, Auscultation und Percussion, bez. Friction der Körperoberfläche verbindenden und die „Transsonanz der Organe" benützenden Methoden von *Bazzi-Bianchi, Smith, Reichmann* u. a. auf die alte bewährte Technik der Percussion zurückgreift unter Betonung der Feststellung auch der relativen Dämpfung, zumal für den linken Herzrand, so ist diesem Verlangen gewiss zuzustimmen. Die Technik der Phonendoskopie halte ich noch nicht für genügend ausgebildet und namentlich noch nicht für gehörig begründet, um ihre allgemeine Einführung und geflissentliche Handhabung empfehlen zu können. Auch *Sahli**** kommt zu einem ablehnenden Urtheil. Ueber Plessimeter-Stäbchenpercussion s. pag. 634.

Die Haupttypen der Percussionsschalle.

Aufsteigend von den tonlosen und einfachsten Schallen beziehungsweise Geräuschen zu den eigentlich tönenden und akustisch bestimmbaren kann man unterscheiden bezüglich der Art, des Charakters des Percussionsschalles:

---

* Die Tastpercussion. Ein Leitfaden, Stuttgart 1901.

** Deutsche medicinische Wochenschrift, 1902, pag. 221.

*** Lehrbuch der klinischen Untersuchungsmethoden. 3. Aufl. Leipzig und Wien 1902, pag. 210. — Vgl. auch die Recension von *O. Kaiserling* in Berliner klin. Wochenschrift, 1903, Nr. 5 über *A. Smith*, Ueber den heutigen Stand der Herzdiagnostik und Herztherapie, Berliner Klinik, Heft 166.

1. den Schenkelschall (*Auenbrugger's* sonus carnis percussae), Prototyp des den (absolut) luftleeren Theilen zukommenden matten, tonlosen Schalles, welcher nur durch die Art der Percussion (bei Fingerpercussion durch mageren, von wenig Weichtheilen umhüllten Finger, bei Plessimeterpercussion durch das leicht tönende Material des Plessimeters) noch einen kleinsten Betrag tönenden Schalles beigemischt erhält. In der mit dem Schenkelschall sich deckenden Bezeichnung „absolut gedämpft" liegt, strenge genommen, der Hinweis auf abgeschwächten, beziehungsweise aufgehobenen Schall an Stellen, die sonst deutlich zu schallen pflegen. Eigentlich sollte diese Bezeichnung nur in diesem Sinne angewendet werden, aber schon lange hat man sich gewöhnt, ihn promiscue mit anderen zu gebrauchen, z. B. „absolut leer", und so wird auch eine völlig normale Leberdämpfung als absolut gedämpft bezeichnet, gerade wie sie als absolut leer benannt wird. Die *Skoda'*sche Unterscheidung hell und voll, letztere auf die Grösse des schallenden Körpers bezogen, ist ohnedies in diesem besonderen Sinn den meisten nicht mehr geläufig, und so kommt vielfach der Ausdruck sonor, wenigstens bei den eigentlich volltönenden Schallen, oder auch die Bezeichnung lang in Anwendung, dessen Gegenstück, der kurze (verkürzte) Schall, einem unmittelbar sich darbietenden Gehörseindruck Rechnung trägt und vielfach angewandt wird.

2. Der den Baucheingeweiden von (ungefähr) normalem Luftgehalt zukommende tympanitische Schall ist eine Schallqualität besonderer Art, eine Zwischenstufe zwischen den geräuschartigen Schallen und den durch bestimmte beigemischte Obertöne ruhiger abklingenden, eigentlich tönenden Schallen.

3. Nur weil er häufig dem eben erwähnten durch die viel bemängelte Bezeichnung „nicht tympanitisch" gegenüber gestellt wird, soll der normale Lungenschall hinter dem tympanitischen aufgeführt werden, obwohl er an „Tonalität" zurücksteht. Seine durch das Gewebe der Lunge wesentlich mit beeinflusste Entstehung macht dies wohl verständlich, wie er denn in der Hauptsache als (complexerer) Membranschall aufzufassen ist im Gegensatz zu dem durch die Luft als „Schallherrscher" ausgezeichneten tympanitischen Schall.

4. Lediglich eine höhere Stufe tympanitischen Schalles bedeutet der amphorische Klang oder Widerhall, eine durch Völle und Dauer des Klangs bei Abwesenheit von stärkeren Nebengeräuschen ausgezeichnete und dem vollen Schall bauchiger Gefässe (amphora) verglichene Schallart.

5. Als prägnanteste Stufe des volltönenden Schalls stellt sich mit seinem specifischen Klangcharakter der Metallklang oder metallische Beiklang dar, in seinen ausgesprochensten Erscheinungsformen durch den an angeschlagenes Metall erinnernden Klang um so mehr überraschend, als er in feuchten Weichtheilen entsteht, allerdings unter der Voraussetzung grösserer Hohlräume mit reflexionsfähigen Wandungen. — *H. Hughes** weist dem mittlere Spannung der Wand voraussetzenden Metallklang seine Stelle zwischen tympanitischem und nicht tympanitischem Schall an.

---

* Allgemeine Percussionslehre. Wiesbaden 1894, pag. 120.

Hier kann anhangsweise eine combinirte Untersuchungsmethode Erwähnung finden, die Percussionsauscultation oder die Plessimeter-Stäbchenpercussion *(Heubner)*, Klopfen mit Bleistift oder dem Stiel des Percussionshammers oder dem Fingernagel auf das als Schallplatte dienende Plessimeter bei gleichzeitiger unmittelbarer oder mittelbarer Auscultation. Bei dieser Untersuchung darf man es sich nicht verdriessen lassen, die Stelle der Percussion und der Auscultation mehrmals zu wechseln und wieder die beiden Stellen in verschiedenartiger Weise zu variiren; man bekommt dann zuweilen noch ein positives Resultat, wo man anfänglich keines erhalten hatte. Beweisend für einen Hohlraum (also in erster Linie Caverne und Pneumothorax) ist nur der ausgesprochene Metallklang, nicht eine öfters vorhandene erhöhte Resonanz, welche blos den Klopfton stärker hervortreten lässt.

Topographische Percussion der Lungen.

Das durch den normalen, nicht tympanitischen Schall der Lunge mittels gewöhnlicher mittelstarker Percussion abgrenzbare Gebiet der lufthaltigen Lunge bereitet der Darstellung insoferne gewisse Schwierigkeiten, als nach oben, wo der Thorax kegelförmig abschliesst und die Lungen sich zuspitzen, die genaue Begrenzung oder wenigstens die exacte Bezeichnung der näher sich zusammendrängenden Grenzlinien unsicher und schwankend ist. Es wird sich empfehlen, nach streng topographischen und anatomischen Grundsätzen zu verfahren und demgemäss zu unterscheiden:

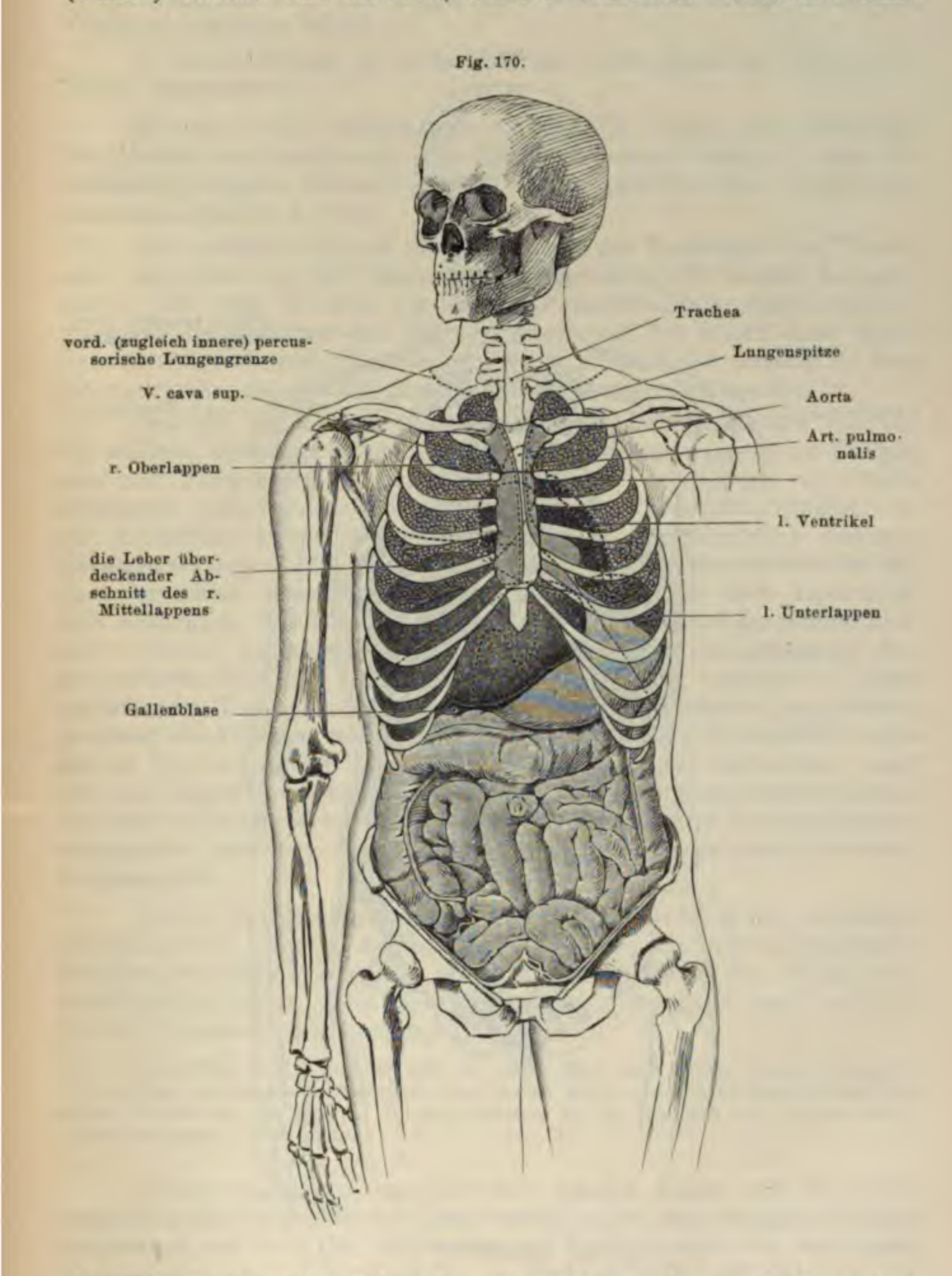
An den oberen Lungenpartien, insbesondere der Lungenspitze i. w. S., eine vordere und hintere Grenze, denen sich in geeigneten Fällen, wenigstens vorne, auch eine seitliche anschliesst, wenn nämlich der Lungenschall nicht bis zum distalen Ende des Schlüsselbeins und der nach oben (und unten) sich anschliessenden Partien sich erstreckt (vergl. Fig. 170 und 171 [im wesentlichen nach *Luschka*]). Man hat also für die Lunge zu beachten eine oberste, das Schlüsselbein jeweils um 3—4—5 Cm. überragende Grenze an beiden Seiten des Halses, eine vordere, welche beiderseits am Trapeziuspunkt (an der Mitte des vorderen Randes des Muskels) beginnend, schräg nach vorne unten zieht und mit einer leichten Biegung in die auf dem Schlüsselbein am Aussenrand des Musculus (sterno-) cleidomastoideus endigende, leicht nach innen gekrümmte „innere" Grenze übergeht. Die beiderseitigen Endpunkte dieser inneren Linie sind durch die Breite des Brustbeinhandgriffs zuzüglich der Portio sternalis claviculae voneinander getrennt.

Die freilich nicht immer rein ausgeprägte hintere (zugleich obere) Grenze stellt eine nach unten ausgeschweifte Linie dar, welche vom Dorn des 7. Halswirbes zur früher erwähnten Mitte des vorderen Randes des Musculus trapezius verläuft; nach *Krönig** wird sie zuweilen durch eine mittels schwacher Percussion zu erhaltende, innere oder mediale Grenze ersetzt. Diese verläuft vom Trapeziuspunkt nahe der (hinteren) Medianlinie senkrecht vom 2.—10. Brustdorn nach unten,

* Zur Topographie der Lungenspitzen und ihrer Percussion. Berliner klin. Wochenschrift, 1889, Nr. 37.

wo sie rechtwinklig in den unteren horizontalen Lungenrand umbiegt. Bei mageren Individuen ist, wie ich bestätigen kann, zuweilen eine (hintere) äussere und seitliche, ziemlich senkrecht verlaufende Linie

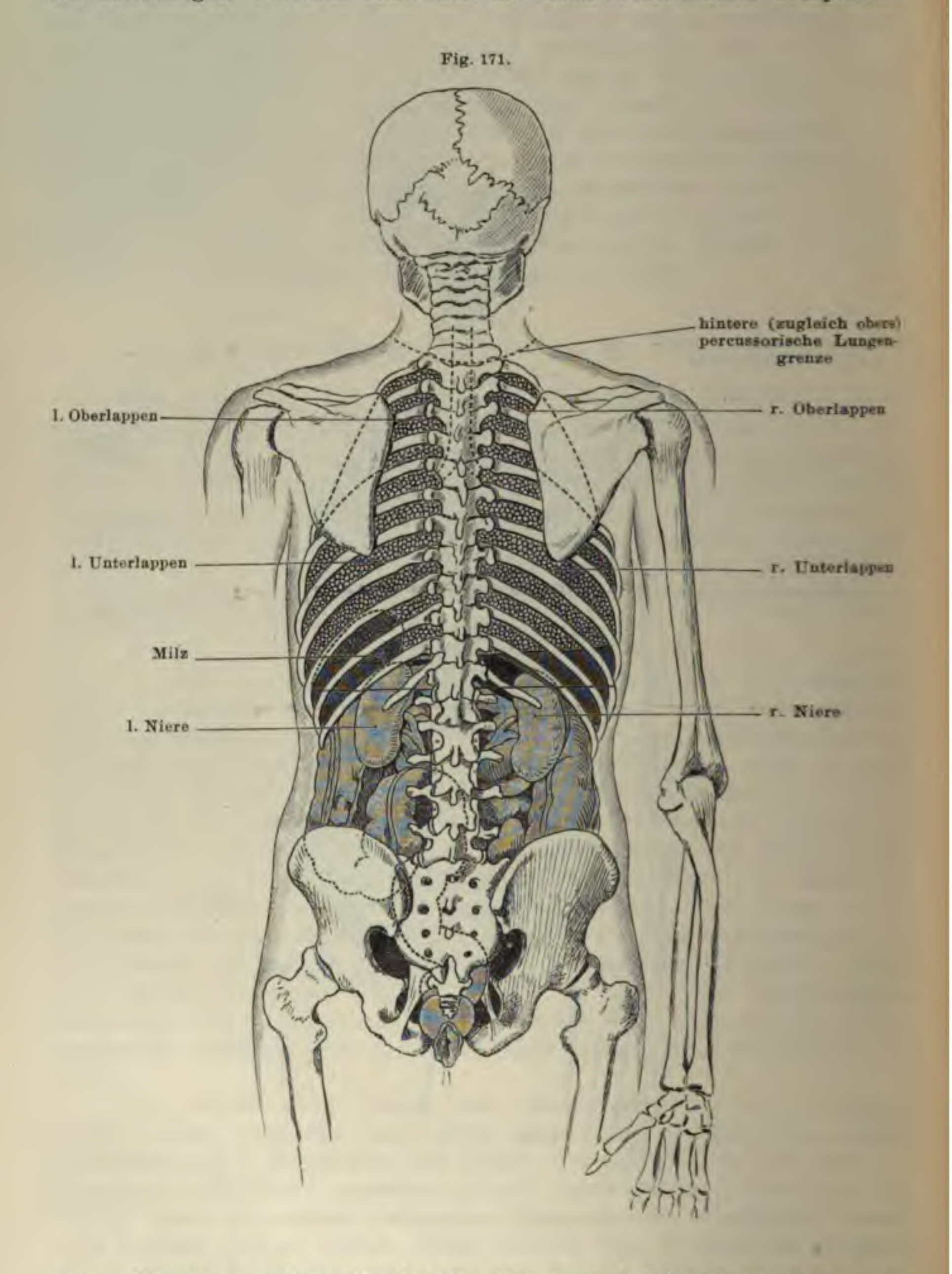
Fig. 170.



percutirbar, entsprechend der oben erwähnten vorderen vom Trapeziuspunkt zur Grenze des äusseren und mittleren Drittels des Schlüsselbeins hinabziehenden.

Einfacher und weniger bestritten sind die unteren Lungengrenzen, unter gewöhnlichen Verhältnissen bekanntlich nur die Grenze des lufthaltigen Gewebes ohne den als Reserve dienenden complemen-

Fig. 171.



tären Pleuraraum darstellend. Die Grenze verläuft bei mittlerer Athmung für den Erwachsenen:

Vorne in der Sternallinie am oberen (bis unteren) Rand des VI. rechten Rippenknorpels, in der Parasternallinie am unteren Rand desselben, in der Mamillarlinie, zugleich als „Lungenlebergrenze“ vom oberen Rand der VI.—VII. Rippe, ohne dass letztere Grenze etwa einen Tiefstand bedeuten würde.

In der Axillarlinie ist beiderseits der untere Rand der VII.—VIII. Rippe anzunehmen.

Hinten in der Scapularlinie an der IX. Rippe und neben der Wirbelsäule am Dornfortsatz des XI. Brustwirbels, häufig so, dass die rechtsseitige Grenze etwas (1—2 Cm.) höher getroffen wird (wegen der unten anliegenden Leber).

Die vorderen Grenzen der Lunge auf der Vorderseite des Thorax sind, abgesehen von der besonderen Configuration der inneren Lungenränder und der in den Verticalen (Parasternallinie ausgenommen!) grösseren Dimensionen der linken Lunge, auf der linken Seite durch das Herz und dessen Dämpfungsgebiet in einer Weise modificirt, dass sie zweckmässiger bei der Herzdämpfung abgehandelt werden.

Dass die im Vorstehenden angegebenen Lungengrenzen nur für die mittlere, beruhigte Athmung gelten, muss betont werden; im übrigen sind die Lungengrenzen, falls nicht stärkere Adhäsionen der Pleura überhaupt pathologische Verhältnisse bedingen, beweglich, „mobil“; in der Axillarlinie kann die Lunge bis zu 9 Cm., bei eigentlich forcirter Einathmung sogar 12—13 Cm., also um reichlich Handbreite, in der Parasternallinie immerhin noch bis zu 2 Cm. durch tiefe Inspiration sich ausdehnen. Die Rückenlage stellt den unteren Rand durchschnittlich um 1—2 Cm. gegenüber der aufrechten Haltung, die Seitenlage den der anderen Seite um 3—4 Cm. tiefer, überall frei bewegliche, leicht ausdehnbare Lungen vorausgesetzt. Auch die eigentliche Lungenspitze wechselt ihr Volumen und starke Einathmung schiebt die oberste Grenze bis zu $1^1/_4$ Cm. hinauf. Gelegentlich kann man auch beobachten, dass eine im Liegen constatirte vermeintliche leichte Lungenspitzendämpfung mit dem Aufsitzen verschwindet, wohl wegen stärkerer Ausdehnung und demgemäss grösseren Luftgehaltes der nunmehr ergiebiger athmenden Lungenpartie.

Lauter Percussionsschall der Lunge entsteht bei normalem Luftgehalt der Lungen, flachem Verlauf der Rippen, weiten Intercostalräumen gegenüber von engen, nicht zu grosser Dicke der Weichtheile, compressibler, nicht allzu sehr gespannter Brustwand und nicht zu grosser Spannung des Lungenparenchyms.

Jugendliche Individuen bis zum 14. Jahr, dann auch wieder Greise, geben im allgemeinen lauteren Percussionsschall. Am Thorax selbst sind die mittleren Partien des ersten, demnächst des zweiten Intercostalraumes die am lautesten und reinsten schallenden Regionen.

Abnorme Dämpfung über der Lunge findet sich bei wandständiger, die Peripherie der Lunge erreichender oder wenigstens dieser mindestens auf 3—4 Cm. sich nähernder Infiltration von mindestens Plessimetergrösse, d. h. 5—6 Cm. im Umkreis betragend und 2 Cm. in die Tiefe sich erstreckend; sie ist pneumonisch, tuberculös (s. a. pag. 639), hämorrhagischer Infarct, Abscess, Neubildung etc., Erguss in die Pleura

von bestimmter Grösse* (Pleuritis exsudativa, Hydro-, Pyo-, Hämothorax), Compression und Atelektase der Lunge, beträchtliche Verdickung der Pleura, sogenannte pleuritische Schwarte (nur relative Dämpfung), Tumoren der Pleura, endlich bei

Mediastinaltumoren (im vorderen Mittelfellraum) mit unregelmässig begrenzter allseitig sich ausbreitender Dämpfung über dem oberen Theil des Sternums und den angrenzenden Intercostalräumen.

Tympanitischer Schall am Thorax ist häufig bei (stärkerer) Percussion in der Axillarlinie linkerseits von der IV. Rippe ab (Resonanz vom Magen), dann unter normalen Verhältnissen zuweilen an der Lungenlebergrenze, hervorgerufen durch den Zug der Leber, welcher den Luftdruck zwischen Pleura pulmonalis und parietalis vermindert.

Als bedeutungsvoll für die percussorische Diagnose eines kleineren, beziehungsweise im Entstehen begriffenen linksseitigen Exsudates gilt der *Traube*'sche Raum, ein zwischen unteren Lungenrand, Milz und Leber eingeschobenes, tympanitisch schallendes Gebiet, vom VI. bis IX. Rippenknorpel reichend, ca. 10 Cm. lang, 8 Cm. hoch *(Janovski)*. Da der Raum ungefähr dem complementären Pleurasinus entspricht, so kann er, falls er nicht zuvor schon durch Adhäsionen verödet und zur Aufnahme eines Exsudats unfähig geworden ist, zuerst einen Erguss durch Dämpfung an Stelle des Tympanismus anzeigen.

Bei Infiltration der Lunge, wenn durch die infiltrirte Partie hindurch die Bronchialluft erschüttert wird, oder wenn das Gewebe nicht völlig luftleer ist, sondern die Alveolen Luft und Flüssigkeit nebeneinander enthalten, kommt Tympanismus zustande: *a)* im „ersten“ und „dritten“ Stadium der croupösen Pneumonie, doch auch zuweilen, aber ohne Schallhöhewechsel *(Bäumler)*, im Stadium der Hepatisation, wenn nur noch ein wenig Luft in den oberflächlichen Schichten enthalten ist, fernerhin *b)* bei grösserem hämorrhagischen Infarct, *c)* bei Katarrhalpneumonie, *d)* bei Lungenödem, ferner *e)* über entspanntem (relaxirtem) Lungengewebe, wobei die Relaxation entstanden ist, in der Nähe von Infiltrationen (lobären und lobulären), oberhalb grösserer pleuritischer Exsudate (*Skoda*'scher Schall), durch Verstopfung von Bronchien durch Schleim, Eiter, Blut, Fremdkörper, in der Nachbarschaft von Tumoren der Pleura, von perikardialen Exsudaten, raumbeengenden Erkrankungen der Bauchhöhle mit Aufwärtsdrängung des Zwerchfells.

Ferner entsteht Tympanismus über Cavernen, auch bronchiektatischen, deren Wände nicht gespannt sind; sie müssen wandständig oder durch vollkommen luftleeres Gewebe von der Percussionsstelle getrennt sein;

bei Pneumothorax, wenn die Luft nicht unter zu starker Spannung steht;

bei Pneumopericardium (in der Herzgegend);
bei Zwerchfellshernie.

---

* *Ferber* hat für den Erwachsenen ca. 400, beim Kind mindestens 120 Ccm. Exsudat gefordert, um über den hinteren unteren Lungengrenzen eine eben bestimmbare, 2—1 Querfinger hohe Dämpfung nachweisen zu können. — Zur eben beginnenden Verlagerung des Herzens wird, was hier gleich mit erwähnt sein mag, mehr als 1 Liter Exsudat verlangt (*Cardi,* Riforma medica, 1897 u. a. vor ihm), da bis zu 1 Liter das Herz nach Leichenexperimenten in seiner Lage verharrt.

Selbstverständlich kann ein Schall gedämpft und zugleich tympanitisch sein, z. B. bei Lungenödem, bei Tuberculose. Speciell ist der *Skoda*'sche Schall ein tief tympanitischer Schall mit Höhewechsel.

Normal kommt tympanitischer Schall zustande bei Percussion des Larynx, der Trachea, der Hauptbronchien (s. auch unten). Bei Kindern und Frauen ist der Schall höher als bei Männern. (Vergl. *Williams*' Trachealton pag. 642).

Besonderheiten einzelner Dämpfungsfiguren.

a) Zu der praktisch wichtigen (tuberculösen) Spitzendämpfung sei im besonderen bemerkt, dass ihre Beurtheilung nicht immer leicht ist, zumal wenn sie doppelseitig auftritt. Die Entwicklung der Weichtheile ist stets in Rechnung zu nehmen. Doch möchte ich betonen, dass immer noch Fälle genug bleiben, wo bei zweifellosem symmetrischen Bau und geringer Entwicklung der Weichtheile (und des Knochengerüstes) eben merkbare Dämpfung in der Spitze (Fossa supraspinata, supraclavicularis), weiters auch in der Fossa infraclavicularis festzustellen und diagnostisch zu verwerthen ist, manchmal vielleicht auch blos im Sinne einer älteren ausgeheilten Verdichtung. Zerstreute kleine Herde beeinflussen den Schall nicht, der auch wegen zwischendurch entwickelten Emphysems Abänderungen erfahren kann. Dass man am sichersten vergleichend percutirt, indem man sich hinter den auf dem Stuhl (Lehne zur Seite!) sitzenden Patienten stellt, scheint nicht so allgemein bekannt zu sein, als es wünschenswerth wäre. Wichtig ist dabei, wenn einwandsfrei nachweisbar, die Retraction der Lungenspitze und besonders überzeugend, falls sie einseitig erfolgt ist. Zuweilen kann man die Grenze, wie sie *Krönig* (s. pag. 635) angibt, feststellen und vergleichend verwerthen, wobei dann nicht blos die Grenze nach oben, an der Seite des Halses, sondern auch die seitliche und damit die „Breite" der Spitze bestimmt wird. Leicht tympanitischer Beiklang zu der Dämpfung ist nicht so selten, wozu auch die Möglichkeit der (tiefen) Percussion normaler Hohlräume (Trachea, Bronchien) beiträgt. Nicht so selten bei festeren Infiltrationen der Oberlappen gelingt, falls man überhaupt darauf achtet, die prompte Abgrenzung derselben durch Percussion (und Stimmfremitus) an der Rückenfläche des Thorax, entsprechend dem Verlaufe der Sulci interlobares.

b) Bei der genuinen (fibrinösen) Pneumonie kann die Percussion für den geübten Untersucher schon in den frühesten Stadien der Erkrankung Anhaltspunkte geben: leiseste Abschwächung und eben merkbarer tympanitischer Beiklang des Schalls, überzeugend nachweisbar bei günstiger Beschaffenheit eines elastischen (jugendlichen) Thorax. Dämpfung und Tympanismus nehmen zu mit fortschreitender Infiltration, und dies umsomehr, je weiter eine vorher tiefer gelegene Verdichtung gegen die Oberfläche hin fortschreitet, wandständig wird oder sich nach der Seite hin ausbreitet. Dabei ist nicht zu vergessen, dass kleine lufthaltige Partien zwischen einer (anatomisch) sehr deutlichen, wenn auch nicht gerade fibrinösen Pneumonie den normalen Percussionsschall festhalten und trotz der Infiltration dann nur ganz geringe Veränderungen des Schalls zustande kommen, wie es beispielsweise bei der Pneumonie alter Leute zu beobachten ist. Im allgemeinen aber gibt stärkere und namentlich vollständige (fibrinöse) Exsudation in die Alveolen und Bronchien auch deutliche, oft recht intensive Dämpfung, die freilich

den „leer tympanitischen“ Charakter, wenn die Verdichtung keine vollständige ist, durch die ganze Krankheit bewahren kann. In Fällen, in welchen der Tympanismus deutlich bleibt, kann *Wintrich*'scher Schallwechsel auftreten, in seltenen Fällen auch bei Infiltration der Unterlappen *(Jürgensen)*, während festere Infiltrate der Oberlappen bei Percussion vorn und namentlich links neben dem Brustbein im Hauptbronchus den gedämpft tympanitischen *Williams*'schen Trachealton (s. pag. 642) entstehen lassen.

Im Kindesalter werden bei dem relativ häufigeren Vorkommen centraler Pneumonie die physikalischen Symptome oft erst am dritten bis vierten Krankheitstage deutlich. Tympanitischer Beiklang zur deutlich wachsenden Dämpfung ist wohl im allgemeinen noch ausgesprochener als beim Erwachsenen. Nicht selten ist ein Wechsel der Localisation, ein successives Befallenwerden verschiedener Lungenabschnitte zu beobachten — Wanderpneumonie, Pneumonia migrans. Ehe die Krisis der einen Localisation eingetreten ist, setzt an anderer, nicht gerade immer benachbarter Stelle — in diesem Falle würde man von „annexiver Form“ der Pneumonie sprechen — eine neue Localisation ein. Dieser Wechsel bedingt nicht so selten ein fast verwirrendes Durcheinander der physikalischen Symptome und namentlich auch eine gewisse Inconstanz des Percussionsbefundes. — Bei der Katarrhalpneumonie (Bronchopneumonie) der Kinder ist deutliche Dämpfung so wie so erst nachweisbar, wenn grössere Herde, mindestens wegen Lungencollapses, dann aber auch durch eigentliche Infiltration sich gebildet haben, meist hinten unten neben der Wirbelsäule bis zum Rippenwinkel und von hier nach oben und nach vorne sich ausbreitend. Die Dämpfung ist kaum je ganz absolut und gewöhnlich, zumal an dem Oberlappen, von deutlichem Tympanismus begleitet.

c) Das pleuritische Exsudat von reichlich mittlerer Grösse ergibt für die Percussion eine starke, absolute Dämpfung mit einem (für die Finger-Fingerpercussion) besonders deutlichen Resistenzgefühl. Der ausgesprochen „kurze“ Schall sammt dem Resistenzgefühl kommt sehr gut zur Wahrnehmung mittels der alten *Auenbrugger*'schen unmittelbaren Percussion: Aufschlagen der an den Endphalangen kegelförmig zusammengelegten Finger. Der Stand der oberen Grenze der Dämpfung ist natürlich im allgemeinen von der Grösse des Ergusses abhängig, wobei freilich zu beachten ist, dass eine gleiche Menge Exsudates in dem einen Thorax unter Umständen wegen Verwachsungen, welche das Ausweichen der Organe erschweren, oder wegen mangelnder Elasticität der minder retractionsfähigen Lunge höher hinaufreicht, also ein grösseres Exsudat vortäuschen kann, als in einem anderen, im übrigen gleich oder ähnlich gebauten Thorax. Bei einem mindestens mittelgrossen Exsudat von mehreren Litern ist an der Rückenseite des Thorax der Schall in verschiedener Höhe auch verschieden, eine untere Zone absolut gedämpften, dem Exsudat entsprechenden Schalls und eine höhere von ungefähr normalem oder selbst (durch Blähung der Lunge) leicht verstärktem Schall. Zwischen beiden, entsprechend der retrahirten, aber nicht luftleeren Lunge, lässt sich häufig, besonders vorne, eine Zone mehr oder minder deutlichen tympanitischen Schalls nachweisen, der in seiner exquisiten Ausprägung als lauter und tiefer Schall die Bezeichnung *Skoda*'scher Schall, bruit scodique, führt und

mit der Inspiration durch stärkere Spannung der Brustwand höher wird. Dass die Dämpfung — wohl wegen der Atelektase der angrenzenden Lungenpartien — 1·5 bis 2 Cm. oberhalb des Flüssigkeitsspiegels beginnt, ist eine alte, schon von *Wintrich* betonte Erfahrung. In der Seitenwand des Thorax kann ebenso ein unteres gedämpftes und ein oberes, bald tympanitischen, bald normalen Lungenschall aufweisendes Schallgebiet bestehen. — Vorne bleibt, ausgenommen die massigen, eine ganze Thoraxhälfte ausfüllenden Exsudate (Empyeme), namentlich dicht unterhalb des Schlüsselbeins tympanitischer Schall bestehen, welcher mit Oeffnen des Mundes höher und meist lauter wird (*Wintrich*'scher Schallwechsel).

Die obere Begrenzungslinie des pleuritischen Exsudats kann in verschiedener Weise verlaufen, meist so, dass es von hinten oben nach vorne unten abfällt, aber auch mit ziemlich horizontaler Grenze bei subacutem oder chronischem, mehr im Umhergehen entstandenem Exsudat, welches den Inhaber nicht zur Bettruhe veranlasst hat; selten steht die Grenze vorne höher als hinten, etwa bei älteren Exsudaten, die ungleichmässig resorbirt werden. Bei solchen kommt auch „parabolische Dämpfungsgrenze" vor, bei welcher der Erguss vorne neben dem Brustbein und hinten neben der Wirbelsäule tief, in der Seitenwand des Thorax hoch steht — *Damoiseau*'sche Curven oder S-förmige *Ellis*-Curve *(Garland)*. Wesentlich ist dabei nach *C. Gerhardt** die Lage auf der kranken Seite, wobei Exsudat an den tiefsten Stellen, z. B. der Schulterblattlinie, sich ansammelt; sonst kommen noch ausser dem Retractionsbestreben der Lunge bei diesen welligen Begrenzungslinien die Capillarität des Pleuraraums, Abkapselungen, auch Atelektasenbildung *(A. Weil)* in Betracht.

Auch das pleuritische, entzündliche Exsudat vermag sein Niveau mit der Verlagerung, z. B. beim Aufsitzen des Kranken, zu ändern, was für die Untersuchung in verschiedener Körperhaltung zu beachten ist. Im allgemeinen geschieht dies leichter bei frischen, nicht allzu grossen Exsudaten, ehe Adhäsionen und Abkapselungen in grösserer Ausdehnung eingetreten sind. Bei Bauch- oder Knieellenbogenlage ist dieses Verhalten noch am deutlichsten nachweisbar. Die Verschiebung hat man vorne neben dem Brustbein zu 3, hinten zwischen Schulter und Wirbelsäule auf 6 Cm. bemessen *(Autric)*. Freiere Beweglichkeit des Exsudates, ähnlich wie bei Hydrothorax, kommt bei serösem Exsudat und mangelnder entzündlicher Adhäsion vor, ist aber recht selten.

Schalle mit Beiklang.

a) Das „Geräusch des gesprungenen Topfes" (bruit de pot fêlé von *Laennec*) beruht auf dem durch den Percussionsstoss bewirkten Hinauspressen eines Luftquantums durch eine relativ enge Oeffnung bei elastischer Thoraxwand und entspanntem Lungengewebe; es ist ein dem ursprünglichen Percussionsschall beigemischtes zischendes Geräusch und wird als Stenosengeräusch, bedingt durch Wirbelbewegungen der Luft, gedeutet *(Eichhorst)*. Je nach seinem Charakter wird es als zischend

* Lehrbuch der Auscultation und Percussion, 6. Aufl., besorgt von *D. Gerhardt*, Tübingen 1900, pag. 272.

oder als scheppernd und klirrend („Münzenklirren") bezeichnet; dabei nimmt unter Umständen das Geräusch entschieden metallischen Klang an.

Es wird, und zwar meist blos während der Exspiration, beobachtet bei: gesunden Kindern und Erwachsenen mit dünnem Thorax während des Schreiens, Singens, Sprechens, Pressens (Reibegeräusch an der Rima glottidis), Cavernen, die mit einem Bronchus communiciren, der Thoraxwand nahe oder von ihr durch entspanntes luftleeres Gewebe getrennt sind (neben *Wintrich*'schem Schallwechsel). Wenn es mit metallischem Klang, leicht, nicht allzu nahe der Luftröhre, bei ruhiger Athmung erhalten wird, so kann es als ein leidlich verlässliches Cavernenzeichen gelten. Selten ist es bei Pneumonie in der Nachbarschaft der Hepatisation, mehr im Beginn und am Ende der Krankheit bei nicht völlig luftleerer Lunge, leichter bei Kindern mit elastischem Thorax, als bei Erwachsenen vorkommend, ebenfalls selten bei Pleuritis, über dem der Exsudatgrenze anliegenden lufthaltigen Theil, häufiger wieder bei Pneumothorax, wenn äussere (oder innere) Fistel besteht, bei Pneumopericardium, wenn eine Fistel vorhanden ist, bei einfachen Bronchialkatarrhen, besonders auch der Kinder *(Cockle, Eichhorst)*.

b) Der dem tympanitischen Schall verwandte amphorische Klang oder Widerhall ist oben (pag. 633) erwähnt.

c) Endlich gehört hierher der metallische Beiklang (siehe pag. 633).

Der Metallklang i. w. S. (einschliesslich des amphorischen Schalls) kommt vor bei: Cavernen von bestimmter Grösse, etwa von (4—) 6 Cm. Durchmesser, Pneumothorax, wenn die Luft nicht zu sehr gespannt und der Hohlraum glattwandig ist (Percussionsauscultation)*, Pneumopericardium, Zwerchfellshernie (im Bereiche des Thorax), am Darm und bei Lufterguss in die Peritonaealhöhle, über der Blase bei Pneumaturie, selten bei Pleuritis und Pneumonie *(Skoda, S. Stern)*, wobei schnell sich entwickelnde Erschlaffung des Lungengewebes die Vorbedingung zu sein scheint.

Der percussorische Schallwechsel über der Lunge.

a) Williams' Trachealton, ein gedämpft tympanitischer, im Hauptbronchus entstehender Schall, der mit Oeffnen des Mundes höher wird. Er kommt zustande meist vorne und in den beiden ersten Intercostalräumen, links häufiger als rechts, wenn die obersten Lungentheile vollständig luftleer geworden sind, bei einer seltenen Form partieller Pleuritis, grösseren Pleuraexsudaten, die den Oberlappen comprimiren, Infiltration irgend welcher Art im Lungengewebe, Tumoren der Pleura, Mediastinalgeschwülsten, Aneurysmen, massigem perikardialen Exsudat *(Eichhorst)*.

b) Wintrich'scher Schallwechsel hat zur Bedingung infiltrirtes oder comprimirtes Lungengewebe mit Freisein eines grösseren Bronchus. Der tympanitische Schall ist höher und lauter beim Oeffnen, tiefer (aber oft auch weniger deutlich tympanitisch) beim Schliessen des Mundes. Es soll jeweils in derselben Respirationsphase untersucht werden.

---

* Metallische Percussion kann zuweilen auch bei gesunder Lunge vorne besonders über der zweiten Rippe beobachtet werden (s. *M. E. Keller*, Ueber Plessimeter-Stäbchenpercussion, Würzburger Dissertation 1888).

Zuweilen ist der Schallhöhewechsel nur während der Inspiration deutlich *(Rumpf)*, wenn die sich erweiternde Caverne durch Aspiration von Secret aus dem zuführenden Bronchus diesen freimacht.

Die Erklärung des Schallwechsels liegt darin *(Weil, Neukirch)*, dass die Mundhöhle als Resonator dient und, je nachdem sie offen oder geschlossen ist, verschiedene partiale Töne des tympanitischen Schalls verstärkt.

Der (einfache) *Wintrich*'sche Schallwechsel kommt vor: über mindestens 6 Cm. grossen (ungefähr faustgrossen), mit einem Bronchus communicirenden Cavernen, selten bei Pneumonien (und zwar in Ausnahmefällen aus den Unterlappen — *Jürgensen*), ferner oberhalb pleuritischer Exsudate beim *Skoda*'schen Schall (s. pag. 640), selten bei Pneumothorax, der mit einem Bronchus durch eine grössere Oeffnung in Verbindung steht.

Der, übrigens nicht häufige, durch Lagewechsel „unterbrochene" *Wintrich*'sche Schallwechsel, welcher nur in einzelnen Körperstellungen auftritt, beruht darauf, dass der in den Hohlraum einmündende Hauptbronchus durch bewegliche Flüssigkeit verschlossen, resp. in besonderer Stellung von dieser wieder freigegeben wird. Er ist für Caverne beweisend, wenn er schon bei leiser Percussion erhalten wird.

c) Gerhardt'scher Schallwechsel wird beobachtet bei theilweise mit Flüssigkeit gefüllten, länglichen Cavernen. Wenn beim Aufsitzen der tympanitische Schall tiefer wird und zugleich an den in der Rückenlage tympanitisch schallenden abhängigen Bezirken mehr oder minder starke Dämpfung auftritt *(Weil)*, so ist ein Hohlraum mit Sicherheit zu erwarten, mit etwas geringerer Sicherheit dann, wenn der Schall im Sitzen höher wird, weil nämlich letzteres auch durch blosse Dehnung und Spannung des tympanitisch schallenden relaxirten Lungengewebes bedingt sein kann. Dieser Fall kann (abgesehen von der inspiratorischen Spannung) eintreten, wenn der untere Theil des Pleuraraums flüssiges Exsudat oder infiltrirtes Lungengewebe enthält, oder es kann die Spannung durch blossen Zug der Leber bewirkt sein. Im übrigen weist, bei gleichzeitiger Berücksichtigung des *Wintrich*'schen Schallwechsels, der in allen Stellungen entweder vorhanden sein oder gänzlich fehlen muss, Tieferwerden des Schalls im Sitzen auf eine Caverne mit horizontalem, sagittal oder frontal gerichtetem Längsdurchmesser hin *(Gerhardt)*.

d) Biermer'scher Schallwechsel bezieht sich auf den amphorischen Schall (resp. Metallklang) des Pneumothorax bei gleichzeitigem Erguß, kommt auch wohl vor bei grossen, durch Lungenabscess oder Lungengangrän entstandenen Cavernen. Der Schall wird durch Aufsitzen in einzelnen Fällen höher, in nicht wenigen aber tiefer, letzteres nach einer freilich nur für mässige Exsudate annehmbaren Erklärung *Biermer's* dann, wenn bei fehlenden Verwachsungen und paretischem Zwerchfell die Flüssigkeit mit diesem herabsinkt und so ein längerer Durchmesser als zuvor sich einstellt.

Bei grossem Exsudat ist die eben gegebene Deutung nicht mehr zutreffend, und *P. Guttmann* hält in den Fällen, in welchen der Metallklang beim Sitzen trotz der muthmasslichen Einstellung eines grösseren Durchmessers dennoch höher ist, die Wirkung des letzteren paralysirt durch anderweitige Einflüsse, wohin zu rechnen wären Differenzen in der Gestaltung des Hohlraumes bei verschiedenen Körperlagen (besonders wenn Adhäsionen zwischen Lunge und Brustwand bestehen), der in der Richtung des Percussionsstosses liegende Durchmesser, das Mengenverhältnis von Luft und Flüssigkeit.

e) Respiratorischer Schallwechsel *(Friedreich)* besteht in dem Höherwerden des tympanitischen Cavernenschalls während der Inspiration, im Tieferwerden während der Exspiration.

Obwohl die inspiratorische Volumszunahme der Caverne den Eigenschall derselben eher vertiefen würde, bewirkt andererseits die überwiegende Spannung von Brust- und Cavernenwand — das Gleiche wird beim Pneumothorax beobachtet *(Björnström, Friedreich)* — ein Höherwerden des Schalls mit gleichzeitiger Intensitätsabnahme desselben („regressiver inspiratorischer Schallwechsel").

Percussion des Herzens.

Unter den oberflächlicher liegenden Eingeweiden ist sicherlich keines so schwierig zu percutiren, als das Herz. Zunächst ist eine genügende Uebereinstimmung in der Darstellung der „normalen", also in der überwiegenden Mehrzahl der (brust-)gesunden Menschen zu erhebenden Herzgrenzen zu vermissen. Offenbar vermögen wir noch nicht alle in die Herzpercussion hereinspielenden Momente zu übersehen, mindestens nicht gehörig in Anschlag zu bringen, und sind viel mehr, als eigentlich zulässig ist, gewohnt, gleichwerthige Bedingungen anzunehmen, wo sie eben nicht vorhanden sind. Dass ein Schematismus selbst für die objective Percussion des normalen Herzens nicht durchzuführen ist, weiss jeder, der viel percutirt hat, und die Zahl der Fälle ist nicht gering, wo bei einem anscheinend gesunden und namentlich auch normal grossen Herzen, selbst wenn keine Complicationen von Seiten der Lunge vorliegen, die üblichen lehrbuchsmässigen Grenzen auch mit dem besten Willen nicht herauspercutirt werden können. Es wird hier nichts anderes übrig bleiben, als eben auch im Rahmen der „normalen" Grenzbestimmung grössere Unterschiede, als man bisher gewohnt war, zuzulassen. Die für den Erwachsenen angegebenen Herzgrenzen verlaufen nach der meistverbreiteten Darstellung für die absolute Dämpfung in folgender Weise (Fig. 172):

1. fester Punkt: der Herz(spitzen)stoss, im V. linken Intercostalraum etwas nach einwärts von der Mamillarlinie, nach innen und unten von der Papille;

2. innere Grenze: vom oberen Rande des Sternalansatzes des IV. linken Rippenknorpels den linken Sternalrand entlang bis zum oberen Rand des Knorpels der VI. Rippe;

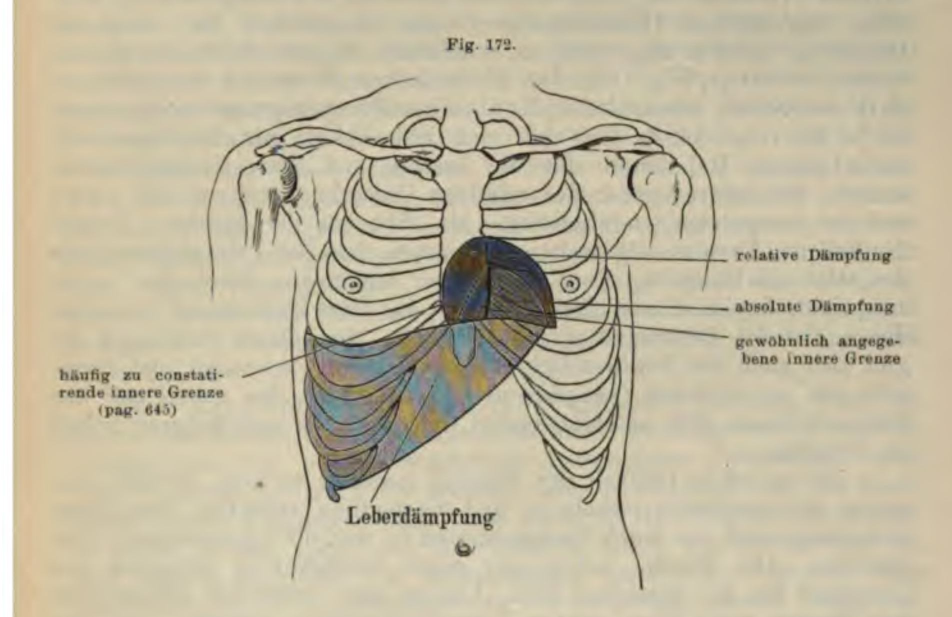
3. äussere: eine häufiger construierte, als unmittelbar percutirte, vom IV. Rippenknorpel bis zum Herzstoss reichende, nach aufwärts und auswärts mässig gebogene Linie;

4. untere, dem rechten Ventrikel angehörige Grenze: vom Herzstoss oder einem etwas tiefer gelegenen Punkt ausgehend, ziemlich gerade zum Knorpel der VI. (l.) Rippe verlaufend.

Zu diesen gewohnheitsmässig angegebenen, in vielen Fällen auch zutreffenden Grenzen ist zu bemerken, dass sie in manchen, durchaus als normal anzusprechenden Fällen nicht in der vorhin beschriebenen Weise gefunden werden. Vor allem ist es die innere Grenze, die öfters abweichendes Verhalten zeigt, indem sie nicht senkrecht am linken Sternalrand hinabzieht, sondern, etwa am unteren Rand des Sternalansatzes des IV. linken Rippenknorpels beginnend, schräg über das

Brustbein (zuweilen nach aussen leicht gekrümmt* zum V. (VI.) Rippenknorpel verläuft, wie es *Oestreich* (*Virchow's* Archiv, 160. Band, 1900, pag. 475) dargelegt hat** und ich vielmals auch durch Demonstration zu bestätigen vermochte. Grundbedingung ist, dass man nicht zu starken Anschlag ausübt, die ganze Grenze in kleinen Einzelabschnitten sorgfältig abpercutirt und sich nicht blos mit der summarischen und eleganten zeichnerischen Verbindung einiger weniger Hauptpunkte begnügt. Nur so können die keineswegs nur aus Linien von ganz bestimmter Krümmung bestehenden Herzgrenzen in ihren von Fall zu Fall wechselnden Variationen festgelegt werden. Namentlich auch für die obere und die anschliessende, oft genug blos annähernd construirte (s. o.) äussere Grenze lohnt sich die sorgfältige Percussion umsomehr, als sie häufig, wie ich aus eigenster reichlicher Erfahrung

Fig. 172.



weiss, nicht so weit ausholt, wie meist angegeben wird, sondern bei normalen Herzdimensionen ziemlich steil zum Herzstoss abfällt. Die ganze Herzdämpfung stellt sich da, wo die eben geschilderten, häufig zu erhebenden Herzgrenzen gefunden werden, dar wie eine wenigstens für den einen (absteigenden) Schenkel vereinfachte sphygmographische Curve mit ziemlich flachem, jedenfalls nicht zugespitztem Gipfel.

Auf das unter Umständen — bei wenig entwickeltem Processus xiphoideus oder sehr kurzem Brustbein (ungefähr $^1/_5$ aller Fälle) —

* *Handwerck* (Münchener med. Wochenschrift, 1902, pag. 231) gibt im Gegentheil eine nach rechts leicht concave Begrenzung an, betont übrigens die Feststellung der absoluten und der durch „Orthodiagraphie“ regulirbaren relativen Dämpfung, welche oft bei notorischer Herzvergrösserung die absolute ganz wenig überschreitet.

** Man vergl. auch *Krönig*, Die klinische Anatomie der Herz-Lungenränder. Verhandlungen des Congresses für innere Medicin, 10. Congress, Wiesbaden 1891, pag. 409.

vorkommende Uebergreifen der normalen Herzdämpfung auf die Mitte des Sternums oder den rechten Rand desselben hat schon früher *G. K. Matterstock** aufmerksam gemacht; ja bei genauerem Zusehen haben schon ältere Autoren, beispielsweise *O' Bryen Bellingham*** und *Walshe*, den rechten Herzrand auf der Mitte des Brustbeins angenommen.

Die an vielfachen Unklarheiten leidende, schwer lösbare Frage der relativen, durch starke Percussion zu ermittelnden Herzdämpfung ist kaum einem allgemein giltigen Schema anzupassen. Die widersprechenden, nicht so leicht miteinander zu vereinigenden Angaben sind kaum anders zu erklären, als dass eben für die verschiedenen Fälle auch verschiedene Voraussetzungen platzgreifen. Im allgemeinen wird man sagen dürfen, dass die relative Herzdämpfung eine allseitig oder wenigstens nach innen, oben und aussen erweiterte absolute Dämpfung darstellt, vielleicht so, dass die von manchen als unregelmässig viereckig angegebene Dämpfungsfigur einen (gegenüber der absoluten Dämpfung) stärker abgerundeten, wesentlich stumpferen inneren oberen Winkel besitzt (s. Fig. 172). Der obere äussere Winkel ist ohnedies sehr stark verstrichen, immerhin bei der absoluten Dämpfung noch ausgeprägter als bei der relativen, so dass eher eine Dreiecksform mit allerdings mehr bogenförmiger Hypotenuse für die äussere und obere Grenze herauskommt. Die innere Grenze der relativen Dämpfung entfernt sich weiter von der entsprechenden absoluten, als dies bei der äusseren Grenze der Fall ist. Es wird allgemein angenommen, dass der Flächenüberschuss der relativen Dämpfung über die kleine demjenigen Stück der Lunge entspricht, das in mässig dicker Schicht das Herz überlagernd zwischen dieses und die Brustwand eingeschoben ist. Aus dieser Erwägung ergibt sich auch die Nothwendigkeit der stärkeren Percussion, um einerseits aus der dickeren (peripheren) Lungenschicht den vollen und aus der nach innen sich anschliessenden dünneren den schwächeren Schall zu erhalten.

Es ist schon vielfach der Versuch gemacht worden, genaue Ausmasse der normalen absoluten und namentlich relativen Dämpfung, neuerdings auch der durch Tastpercussion (s. pag. 632) gewonnenen festzustellen. Die Werthe haben nur einen beschränkten Anspruch auf Giltigkeit für den einzelnen Fall, können aber immerhin gelegentlich von Nutzen sein. Eine genaue Uebereinstimmung zwischen den von den verschiedenen Autoren gefundenen Werthen darf wohl bei ihrer individuell eben doch gewisse Abweichungen bietenden Percussion kaum erwartet werden. Aus den reichlichen Angaben namentlich auch aus früherer Zeit — eine ganze Reihe findet sich bei *A. Weil**** und *A. Ott*† verzeichnet — geht hervor, dass man die grösste quere Breite der (relativen) Herzdämpfung in der Höhe des IV. Rippenknorpels oder Intercostalraumes zu suchen hat; sie kann mit 11—14 Cm. beziffert werden, wovon 4—5 Cm. auf die rechte, 7—9 auf die linke Thoraxhälfte fallen.

---

* Festschrift zur dritten Säcularfeier der Alma Juliana Maximiliana, gewidmet von der medicinischen Facultät Würzburg. Bd. II, Leipzig 1882, pag. 247.

** A treatise on diseases of the heart. Dublin 1857, pag. 247.

*** Handbuch und Atlas der topographischen Percussion. Leipzig 1877, pag. 55 ff.

† Prager med. Wochenschr., 1899, Nr. 34, 35. Ueber Percussion des Herzens in: Beiträge zur inneren Medicin. Herausgegeben von *R. v. Jaksch* und *Herrnheiser*, Wien 1900, pag. 104.

Ott gibt für den IV. Intercostalraum 11,5—13 Cm. relative, 7,5—9 absolute und 12,5—15 Cm. für die palpatorische Percussion an, *Laache* 13 bei Männern, 12 bei Weibern. *Conradi* ermittelte bis zu 15½, *Edlefsen* und *Heitler* bis zu 16½ für den IV. Intercostalraum. 13—14 Cm. dürfte eine brauchbare Mittelzahl sein. Dass man bei grösseren Individuen auch eine grössere Herzdämpfung erwarten muss, hat schon *Conradi* hervorgehoben, wie auch hierüber die unten (pag. 649) folgenden Angaben von *Moritz* zu vergleichen sind.

Beim Vergleich von relativer und absoluter Dämpfung rechnet *Ott* für die erstere ein Mehr von 4 (an der Leiche von 4,6) Cm. bezüglich der Breite der Dämpfung und umgekehrt eine Differenz von 3,5 Cm. für den Abstand der Dämpfung von der Incisura jugularis. Gegen die factische Herzbreite (der Leiche), die von *Krause** unterhalb des Sulcus circularis auf 9,5 Cm. für das entleerte und mässig zusammengezogene, auf 10,8 für das mässig und gleichförmig ausgedehnte Herz angegeben wird, von *Ott* auf 9,8 Cm., bleibt die absolute Dämpfung im Mittel um 3,9 zurück, während die relative 1,7 Cm. grösser gefunden wird. Zwischen relativer Dämpfung und palpatorischer Percussion ist die Differenz geringer, in der Breite 1—2, in der Höhe ½—1 Cm. *(Ott).*

Ohne dass damit besondere Vortheile verbunden wären, haben, wie eben erwähnt, einzelne, um ein vergleichbares Mass zu erhalten, von der Incisura jugularis, beziehungsweise der Articulatio sternoclavicularis sinistra aus gemessen. So fand *Riess* die relative Dämpfung mit ihrer oberen Grenze 7 Cm. entfernt, *Ott* (vergl. auch das vorhin erwähnte) 7,9—8 Cm., während er nach eröffnetem Thorax für die obere Herzgrenze 8,9 ermittelte. Den Abstand der absoluten Dämpfung fand *Ott* = 9,8 Cm.

Die kindliche Herzdämpfung erfordert insoferne eine besondere Betrachtung, als man auch hier nicht, so wenig wie bei anderen Verhältnissen, die beim Erwachsenen gewonnenen Erfahrungen ohne weiteres, etwa mit einer blos proportionalen Abänderung, auf den kindlichen Körper übertragen kann. Das kindliche Herz liegt ohnedies mehr horizontal, relativ höher, bei dem höheren Stand des Zwerchfells. Es wird zumeist angegeben, die Herzdämpfung der Kinder habe eine mehr abgerundete Form; wenigstens gilt dies für die grosse, relative Dämpfung. *Gierke* und *Steffen* haben schon früher die genaue Percussion des kindlichen Herzens gelehrt; die beiden Herzdämpfungen, wie sie beispielsweise *Rauchfuss*** abbildet, dürfte für viele Fälle zutreffen. Er lässt die kleine Herzdämpfung vom Sternalende des IV. linken Rippenknorpels bis zu dem des VII. Rippenknorpels, von letzterem quer herüber zur linken Parasternallinie oder der Mitte zwischen dieser und der Mamillarlinie am VI. Rippenknorpel reichen; die seitliche Grenze der kleinen Dämpfung läuft vom Sternalende des IV. Rippenknorpels in „leichter Senkung“ bis zur Parasternallinie und dann weiter bis zum äusseren Ende der erwähnten unteren Grenzlinie.

Die grosse Herzdämpfung lässt sich nach oben hin bei Kindern, ehe der Thymus involvirt ist, meist nicht abgrenzen, sonst befindet

* S. meine „Daten und Tabellen“, 2. Aufl., Jena 1893, pag. 32.

** *Gerhardt's* Handbuch der Kinderkrankheiten, IV. Band, 1. Abth., Tübingen 1878, pag. 8.

sie sich gewöhnlich am Knorpel der II. Rippe oder am II. Intercostalraum, von da in leichtem Bogen zur VI. Rippe ziehend, wobei der III. Rippenknorpel in der Parasternallinie, die IV. Rippe in der Mamillarlinie, die V. Rippe $^1/_2$—1 Cm., die VI. Rippe 1—2 Cm. nach aussen von der Mamillarlinie geschnitten wird. Der untere Rand verläuft ziemlich horizontal von dem erwähnten Punkt an der VI. linken Rippe zum unteren Rand des VI. rechten Rippenknorpels nahe dem Brustbeinrande und die rechte (innere) Grenze von da leicht ausbiegend (und fast die Parasternallinie erreichend) zum II. Intercostalraum oder III. Rippenknorpel nahe dem Brustbein.

*Troitzky** gibt eine interessante Zusammenstellung der von den verschiedenen Autoren beschriebenen Herzdämpfungen, woraus sich zum mindesten schliessen lässt, dass eine Uebereinstimmung zwischen den einzelnen Untersuchern nicht besteht; sie ist auch bei näherer Ueberlegung nicht zu erwarten. Er selbst findet die grosse Dämpfung am breitesten in der Höhe der Mitte des Brustbeins (nicht der Brustwarze), und zwar nach Beobachtungen in 229 Fällen:

		rechts	links
im Säuglingsalter	6 (5—7)	2	4 Cm.
2.—6. Jahr	7,5 (6—9)	2,5	5 „
7.—12. „	9 (8—10)	3	6 „

Die äussere linke Grenze lässt er mit den übrigen Autoren übereinstimmen, bis zum 6. Jahr die untere (Horizontal-) Grenze im 4.—5. Intercostalraum, bei älteren Kindern an der 6. Rippe treffen.

Die kleine Herzdämpfung findet er, ähnlich wie die früheren Beobachter, in Form eines ungefähr rechtwinkligen Dreiecks, und zwar im einzelnen:

	innere verticale Grenze	untere horizontale Grenze	mittlere „Länge" (am linken Rand des Brustbeins gemessen)
Säuglingsalter .	3 (2—4)	2,5 (2—3)	5 (4—6)
2.—6. Jahr .	4 (3-5)	3,5 (3—4)	6 (5—7)
7.—12. „ .	5 (4—6)	4,5 (4—5)	7 (6—8)

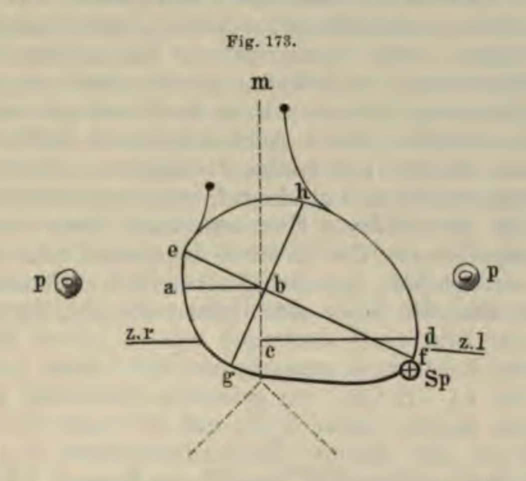
*F. Moritz*** hat neuerdings mit seinem allerdings ein kostspieliges Instrument darstellenden „Orthodiagraph" die Röntgen-Silhouette des Herzens nach rationellen Principien aufgenommen, welche die Ergebnisse der Percussion nach verschiedener Richtung zu ergänzen imstande sind. Es wurden bestimmt am normalen Herzen (s. Fig. 173): 1. grösste Entfernung *(ab)* des rechten Herzrandes von der Mittellinie *(m)*, — Medianabstand rechts; 2. grösste Entfernung *(cd)* des linken Herzrandes, bezw. der Herzspitze von der Mittellinie, — Medianabstand links; 3. grösster Längsdurchmesser *(ef)* vom oberen Theil des rechten Herzrandes (meist Höhe der IV. Rippe) bis zum Herzstoss; 4. ein (nicht ganz verlässlicher)

* „Festschrift" in honor of Abraham Jacobi. New-York 1900, pag. 217.

** Münchener med. Wochenschr., 1902, Nr. 1. — Ueber diese und andere Untersuchungen vergl. das „kritische Sammelreferat" von *A. Hesse*, Ueber die jüngsten Fortschritte auf den Gebiete der physikalischen Diagnostik des Herzens. Fortschritte der Medicin, 1902, Nr. 19 u. 21.

von links unten nach rechts oben ziehender grösster Querdurchmesser *(gh)*, ungefähr der Breite des rechten Ventrikels entsprechend. Durch Ausmessen der Projectionsfläche kann man die „gesammte Oberfläche des Herzens“ veranschaulichen, wobei in Anschlag zu bringen ist, dass wegen der auch unter normalen Verhältnissen sehr verschiedenen Entwicklung der Musculatur des Herzens (und des Herzgewichtes) ein strenger Parallelismus zwischen dieser Oberfläche und der Herzgrösse nicht besteht.

Fig. 173.



Moritz ermittelte an erwachsenen 17—56jährigen Männern:

Körpergrösse		Medianabstand rechts	Medianabstand links	Längsdurchmesser	Querdurchmesser	Oberfläche Qcm.
153—157	Mittel	4,4	7,9	13,0	10,2	98
	Maximum	4,8	8,0	13,5	10,5	110
	Minimum	4,0	7,8	11,5	10,0	80
161—169	Mittel	4,4	8,3	13,4	10,5	102
	Maximum	5,0	9,3	14,5	10,8	108
	Minimum	3,5	7,5	12,8	9,0	87
171—178	Mittel	4,6	8,8	14,0	10,3	109
	Maximum	5,9	9,7	15,3	11,0	126
	Minimum	3,0	7,8	12,5	9,0	92

Im allgemeinen wächst die Herzmasse mit der Körpergrösse, was freilich nur bei den Durchschnittswerthen, nicht in gleicher Deutlichkeit bei den Extremen zur Geltung kommt. Auch *Levy-Dorn* hat diesen Punkt nach röntgologischen Untersuchungen hervorgehoben und gibt für $1^1/_4$ M. Körpergrösse den grössten Breitendurchmesser auf 9 Cm., bei $1^1/_2$ M. auf circa 11 und bei $1^3/_4$ M. auf circa 12 Cm. an. Bei gleicher Körpergrösse zeigen nach *Moritz* jüngere Individuen (etwa Knaben gegenüber Erwachsenen) kleinere Herzmasse. Der Querdurchmesser verhält sich zum Längsdurchmesser wie 1 : 1,3—1,4, ein Verhältnis,

das auch bei Vergrösserungen des Herzens meist gewahrt bleibt. Die geringsten Abweichungen zeigt der Medianabstand rechts, indem er auch in pathologischen Fällen zwischen 4 und 5 Cm. sich hält.

Die Umbiegung des Herzrandes zu den grossen Gefässen liegt im Orthodiagramm rechts nahe dem Sternalrand gewöhnlich in der Höhe der III. Rippe bis zum III. Intercostalraum, links zumeist etwas höher in der Ebene der III. Rippe bis zum zweiten Intercostalraum. Zwerchfell links fast regelmässig tiefer als rechts um 1—2 Cm. Uebrigens stimmen, wie *Moritz* ausdrücklich hervorhebt, Orthodiagramm und Herzpercussion durchaus nicht immer genau. Die percussorische Grenze reicht oft weiter hinaus, vielleicht weil ein (auch in der sagittalen Richtung vergrössertes) dilatirtes Herz den vorderen rechten Lungenrand zur Seite schieben kann. Auch am linken Herzrand, zumal in der Gegend der stärker pulsirenden Herzspitze, ermittelt namentlich die hier nicht zu empfehlende stärkere Percussion weiter hinausgreifende Grenzen, da ja der fühlbare Herzstoss nicht genau der eigentlichen Herzspitze entspricht, von der er durch die ganze Dicke der Brustwand getrennt ist. An Stellen, wo der Thorax sich krümmt und seitlich abdacht, wird also die Stelle des Herzstosses die Herzspitze um die ganze Dicke der Brustwand überragen müssen. Auch *Karfunkel** hat röntgographische Erhebungen gemacht und findet einen grössten Breitendurchmesser von 11—12 Cm., bei grösseren Individuen bis 13, wie es auch *v. Criegern* angibt, davon 4 Cm. auf die rechte Seite. Die Länge beträgt 9—12 Cm., der „kleine" Breitendurchmesser 8—10 Cm.

Den grössten senkrechten Abstand der rechten Vorhofgrenze von der Mittellinie des Brustbeins beträgt circa $2^1/_2$ bis höchstens $4^1/_2$ Cm. *Riess* gibt, durch Percussion ermittelt, für den III. Intercostalraum $2^3/_4$, für den IV. $3^3/_4$ Cm. an, *Ewald* 3—4, *Banti*** (an der Leiche mittels Nadelmethode) 3,5 Cm.

B. Percussion der pathologisch veränderten Herzdämpfung.

Vergrösserte Herzdämpfung.

Obwohl im Princip die Percussion der vergrösserten Herzdämpfung nicht anders zu üben ist, als die der normalen, so muss doch darauf hingewiesen werden, dass man nicht so selten, auch bei sorgfältiger Percussion, einem Missverhältnis zwischen der intra vitam gewonnenen Percussionsfigur und der thatsächlichen Herzgrösse begegnet. Besonders ist, worauf schon oben hingewiesen, die relative Dämpfung oft nur wenig vergrössert bei bedeutenderer Volumsänderung des Herzens. Vielleicht ist die Annahme berechtigt, dass ein im Thorax zwischen den Lungen gelagertes schlaffes lebendes Herz nicht die Breitendimension einnimmt wie nach dem Tod, wenn es aus dem Zusammenhang mit seiner Nachbarschaft herausgelöst ist und sich ungehindert seitlich ausbreiten kann. Das Verhalten der die kleine (absolute, oberflächliche) Herzdämpfung umgrenzenden Lungenränder ist selbstverständlich von grosser Wichtigkeit und bei gleich grossem „unbedeckt" bleibenden

---

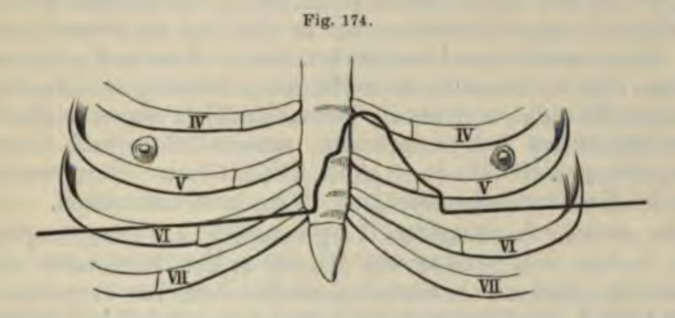
* Zeitschrift für klinische Medicin, XLIII. Band, 1901, pag. 327.

** Lo Sperimentale, 1886, Giugno; Referat: Centralblatt für klinische Medicin, 1887, pag. 159.

Areal des Herzens wird nicht in allen Fällen die genau gleiche Herzdämpfung herauspercutirt.

Bei allseitiger Herzvergrösserung (und beträchtlicheren Ergüssen in den Herzbeutel) wird die Herzdämpfung in die Breite und Länge vergrössert und nach der gebräuchlichen schematischen Darstellung beeinflussen die Vergrösserung (Hypertrophie und Dilatation oder beide zusammen) des rechten Ventrikels die Vergrösserung der Herzdämpfung in die Breite, die vorwiegende Vergrösserung des linken Ventrikels, wie sie besonders ausgesprochen bei der Insuffizienz der Aortenklappen vorkommt, die Vergrösserung der Dämpfung in die Länge mit Beschränkung derselben im wesentlichen auf die linke Thoraxhälfte. Eine wirkliche Vergrösserung des Herzens oder eines Herzabschnittes sollte nur bei deutlicher Vergrösserung der zugehörigen absoluten Dämpfung und womöglich auch gleichzeitiger entsprechender Hinausrückung der Grenzen der relativen Dämpfung angenommen werden. In manchen Fällen, wenn die Lunge stark nach den Seiten zurückgedrängt ist und das Herz in ganzer Ausdehnung blossliegt, ist freilich überhaupt keine relative Herzdämpfung vorhanden. Für Vergrösserung des rechten Herzens hat *Krönig** eine thatsächlich häufig (aber wohl nicht immer!) im Liegen

Fig. 174.



wie im Stehen zu findende „Treppenform" der rechten (inneren) Grenze der absoluten Dämpfung (s. Fig. 174) aufgestellt, die allerdings nicht so selten zu beobachten ist, ohne dass die speciellen Verhältnisse, in welchen sie vorkommt und vorkommen muss, stets klar zu übersehen sind. Lungenrand und Brustbein spielen jedenfalls dabei eine besondere Rolle; Verwachsung der Lungenränder und Lungenemphysem scheinen das Zustandekommen der Treppenfigur zu verhindern.

Es ist davor zu warnen, geringfügige Vergrösserungen der Dämpfung bez. ein leichtes Hinausrücken der Dämpfungsgrenze einer Seite lediglich auf eine Vergrösserung des Herzabschnittes gerade blos dieser Seite zu beziehen. Jede Vergrösserung eines Herzabschnittes verschiebt, allerdings in minderem Grade, auch die Grenze des zunächst nicht betheiligten anderen, ganz abgesehen davon, dass der vergrösserte und schwerer gewordene Herzabschnitt eine gewisse Tendenz hat, auf der schrägen Zwerchfellfläche nach unten sich zu drehen; der schwerere Herzabschnitt erhält das Uebergewicht *(Krönig)*. Auch verschiebt sich das ohnehin schräg auf der Zwerchfellfläche gelagerte Herz leichter nach links als nach rechts *(Sahli)*. Geringe Vergrösserung des rechten

* Berliner klinische Wochenschrift, 1899, Nr. 13, pag. 274.

Herzens kann also schon in einer Verschiebung der linken Herzgrenze zum Ausdruck kommen, so dass z. B. bei Bicuspidalstenose, auch wenn der linke Ventrikel nicht vergrössert ist, die Herzgrenze durch den vergrösserten rechten Ventrikel nach links verschoben sein kann.

Entblösstsein der grossen Gefässe von Lunge oder auch Dilatation derselben, etwa der Aorta bei Aneurysmen oder bei Aortenklappeninsufficienz, kann in der oberen Thoraxpartie eine streifenförmige, zum Theil unter dem Brustbein gelegene Dämpfung bewirken.

Als „bandförmige", in Gestalt eines schmalen Vierecks neben dem Brustbein herlaufende, in den zweiten (und ersten) Intercostalraum hinaufreichende Dämpfung stellt sich gelegentlich beim offen gebliebenen Ductus arteriosus Botalli die erweiterte Pulmonalarterie dar (*Gerhardt* 1867).

Bei fehlender Vergrösserung des Herzens selbst können Vergrösserung der „Herzdämpfung" bewirken: Schrumpfung der Lunge, zumal der linken, auch schon Retraction der Lungenränder, wie sie bei Chlorose und gleichzeitigem Hochstand des Zwerchfells vorkommt, dann als diagnostisch wichtiges Zeichen (*Jürgensen*) im Anfang der Katarrhalpneumonie der Kinder, ferner die stärkere Andrängung des Herzens an die vordere Brustwand durch Geschwülste im hinteren Mediastinum. Und endlich können Infiltrationen der an das Herz angrenzenden Lungenpartien oder anstossendes Exsudat bei entsprechender Configuration der Dämpfung eine (percussorische!) Herzvergrösserung vortäuschen. Für rechtsseitiges Exsudat, welches in dem an das Herz angrenzenden Teil des Pleurasackes zuerst sich ansammelt, weist *O. Rosenbach* (Real-Encyklopädie der ges. Heilkunde, 3. Aufl., IV, 116) eine Vergrösserung des Herzens im Breitendurchmesser von 2 Cm. und mehr nach.

Die oft sehr beträchtliche Vergrösserung der Dämpfungsfigur des Herzens, welche von grösserem Erguss in den Herzbeutel verursacht wird, hat verschiedene charakteristische Zeichen. Die Vergrösserung der über das Gebiet der Herzpulsation nach aussen und links hinausreichenden „Herzdämpfung" erstreckt sich namentlich auch nach oben bis in den 2. und 1. Intercostalraum hinauf, häufig, aber durchaus nicht immer in Gestalt eines oben abgestumpften Dreiecks, dessen seitliche Schenkel schräg nach unten mit leichter Ausbiegung verlaufen. Diese Dämpfung setzt freie Lungenränder und ungefähr normales Lungenvolum voraus, fehlt also bei vorausgegangener Verwachsung der Lunge oder bei stärkerem Emphysem der Lunge. Aufsitzen vergrössert die Dämpfungsfigur wegen stärkeren Andrängens des Exsudats an die Brustwand; weiterhin kann beim Aufsitzen, da die vom Exsudatdruck befreite Lunge sich wieder an die Brustwand anlegt, in beschränktem Bezirk, über der Herzbasis, an Stelle des gedämpften und leeren Percussionsschalls sofort heller, voller Schall treten (*v. Stoffella*).

Verkleinerung bis Fehlen der Herzdämpfung.

Sie kommt vor bei starker Ueberlagerung des Herzens durch die Lungen im Lungenemphysem. Auch Kleinheit des Organs (angeborene oder erworbene stärkere Atrophie) müsste sich in einer kleineren Dämpfung ausdrücken.

Bei Pneumopericardium (Luftansammlung im Herzbeutel) ist die Herzgegend von tympanitischem oder metallischem (bei Fistel mit Bruit de pot fêlé verbundenem) Percussionsschall eingenommen, meist neben einer von gleichzeitigem (beweglichem) Erguss herrührenden mobilen Dämpfung.

C. Percussion des Bauches und der Bauchorgane.

Percussion der Leber.

Die normale absolute Leberdämpfung (siehe Fig. 172 auf pag. 645) schliesst sich nach oben an die Lungen-Lebergrenze an, im weiteren Verlauf an die untere Herzgrenze, liegt also in der Mamillarlinie, als obere Grenze schlechtweg, am oberen Rand der VI. bis VII. Rippe, in der rechten Sternalrandlinie am oberen (bis unteren) Rand des VI. Rippenknorpels; nach aussen, in der Axillarlinie, befindet sich die Grenze an der VII. bis VIII. Rippe und am Rücken in der Scapularlinie an der IX. bis X. Rippe. Die untere Grenze, welche mit leiser Percussion festzustellen ist, wegen der leicht mitschwingenden Därme, liegt in der Mamillarlinie am Rippenbogenrand, in der Axillarlinie im X. Intercostalraum, in der Scapularlinie am unteren Rand der XI. Rippe; freilich ist die hintere untere Grenze wegen dicker Muskelschichten oft genug nicht deutlich nachzuweisen. Diese untere Grenze steigt von der Mamillarlinie am Rippenbogenrand schräg nach links oben an, liegt in der Medianlinie so ziemlich in der Mitte zwischen der Basis des Schwertfortsatzes und dem Nabel und trifft zwischen linker Parasternal- und Mamillarlinie mit der unteren Herzgrenze zusammen. Häufig reicht diese Leberdämpfung gerade bis zur Stelle des Herzstosses, nicht so selten aber überragt sie denselben und bildet dann mit dem Lungenrand einen Lungen-Leberwinkel.

Zur genauen Feststellung der unteren (vorderen) Leberdämpfung empfiehlt *Abrams** leise Percussion bei möglichst weit nach hinten zurückgebeugtem Körper, wobei die Hände zur Stütze an den Körper gelegt werden sollen. Durch diese Haltung wird die Leber nahe an die Bauchwand angepresst.

Stärkere Percussion ergibt eine relative (tiefe, grosse) Leberdämpfung, welche mit ihrem oberen Rand 3—5 *cm* höher verläuft als die geschilderte absolute. Ihr Werth ist gering, da sie die dem Zwerchfell angelegte Grenze des Organs doch nicht festzustellen vermag.

Bei der Beurtheilung von Volumsveränderungen der Leber muss die Beweglichkeit des unteren Lungenrandes in Rechnung genommen werden, weil dieser inspiratorisch sowie bei mässigem Lungenemphysem mehr herabsteigt, als der untere Leberrand; auch beim Stehen rückt, verglichen mit dem Liegen, der vordere Rand etwas herab, bei gefülltem Magen etwas mehr als bei leerem.

Verkleinerungen der Leber werden unter Umständen vorgetäuscht durch „Kantenstellung" des Organs, Hebung des vordern Rands, wodurch ein kleineres Segment, als normal, wandständig bleibt, und andererseits braucht ein tieferer Stand des vorderen Leberrandes nicht ohne weiters eine Vergrösserung zu bedeuten, weil auch das (normal grosse) Organ als ganzes dislocirt sein kann (Hepatoptose) oder von oben her

* New York medical news, 1902, February 8.

hinabgedrängt ist durch grösseres pleuritisches Exsudat, rechtsseitigen Pneumothorax, hypophrenischen Abscess. Nicht immer leicht, oft unmöglich ist die Abschätzung der Grösse der Leber, wenn deren Dämpfung mit rechtsseitigem pleuritischen Exsudat, Pneumonie des Mittellappens, andrängenden Geschwülsten des Netzes, Darms, mit Exsudat in der Bauchhöhle und entsprechenden Dämpfungsbezirken zusammenstösst.

Verschwinden der Leberdämpfung s. u. bei der Percussion des Bauches (pag. 656).

Percussion der Milz.

Von verschiedenen Autoren wird die Percussion der Milz für ziemlich werthlos erachtet, jedenfalls weit unter die Palpation des Organs, die dem Geübten sehr sichere Resultate geben soll, gestellt. Ich kann mich insofern nicht diesem Urtheil anschliessen, als ich glaube, dass in den meisten Fällen eine leidlich sichere Percussion der Milz möglich ist und dass man da, wo wiederholte Untersuchung vorgenommen werden kann, fast ausnahmslos zu einem Resultat gelangen muss. Es empfiehlt sich, in der rechten mehr diagonalen Seitenlage zu percutiren, dabei wenn möglich auf der Rückenseite des Kranken zu stehen, damit man mit der aufgelegten Hand die convexe Milzgegend (IX.—XI. Rippe) bequem umfassen und namentlich die Vorderenden der Finger dem Körper leicht anschmiegen kann. Häufig wird man beobachten, wie eine zunächst, gleich nach Einnehmen der Seitenlage, festgestellte Dämpfung sich in ihren Grenzen verschiebt: Folge der Bewegung des unteren, die Milz theilweise deckenden Lungenrandes. Als Milzdämpfung darf nur eine Figur angesprochen werden, welche nach vorne mit abgerundetem Ende, dem vorderen Milzende, abschliesst. Diese Rundung soll nicht „durch Construction" nach einer blos an wenigen Punkten vorgenommenen Percussion sich ergeben, sondern durch zusammenhängendes Percutiren an möglichst vielen Stellen des Grenzgebietes zwischen Dämpfung und tympanitischem Schall. Die hintere Grenze der (oval zu denkenden) Milzdämpfung kann für gewöhnlich nicht festgestellt werden und wird, um den Längsdurchmesser der Milzdämpfung zu erhalten, ergänzend im Anschluss an die vordere Grenze ausgezogen. So werden die häufig angegebenen Masse: Länge und Breite (Höhe) der Dämpfung bestimmt; letztere soll bei normaler Grösse des Organs 5—6 Cm. betragen. Auch die freilich nicht immer massgebende Linea costoarticularis sinistra, von der Spitze des Knorpels der XI. Rippe zur Articulatio sternoclavicularis gezogen, kann zur Controle benützt werden; allerdings verliert sie bei langem und schmalem Brustkorb, auch bei aufrechter Stellung und beweglicher Milz an Bedeutung. Eine normale Milz soll mit ihrem unteren Ende diese Linie nach vorne nicht überschreiten und etwa 5 Cm. vom Rippenbogenrand entfernt bleiben. Wesentlich gewinnt die Milzdämpfung an Verlässlichkeit, wenn sie in der Axillarlinie nach oben gegen Lungenschall, nach unten vom tympanitischem Schall abgrenzbar ist, so dass der oben besprochene, abgerundete Dämpfungsbezirk des vorderen Milzrandes grösstentheils von tympanitischem Schall umrahmt, nach hinten in die übrige Milzdämpfung auslaufend, wie eine Insel im schallenden Gebiet sich bemerklich macht.

Die rechte Seitenlage verkleinert, wie schon oben erwähnt, den verticalen Durchmesser, die „Breite“ der Milzdämpfung um 1 Cm. und tiefe Inspiration kann bei elastischer Lunge die Dämpfung bis auf einen kleinen Betrag zum Verschwinden bringen, Momente, die in ähnlicher Weise beim Lungenemphysem hereinspielen können.

Wie bei der Leber macht auch Hochdrängung des Zwerchfelles bei Meteorismus, starkem Ascites u. s. w. die Milzdämpfung kleiner; Dislocation der Dämpfung, wie sie auch durch starke Gasfüllung des Magens bewirkt wird, lässt das Organ leicht grösser erscheinen, was in gleicher Weise durch linksseitiges pleuritisches Exsudat und Pneumothorax bewirkt wird.

Percussion des Bauches.

Das Abdomen gibt, von den schon abgehandelten luftleeren Baucheingeweiden, Leber, Milz abgesehen, unter normalen Verhältnissen überall da, wo lufthältige Gedärme oder der Magen mit mittlerer Spannung der Luft sich befinden, tympanitischen Schall, der natürlich verschwindet und einer Dämpfung Platz macht, wenn der Darm (oder Magen) mit festem oder flüssigem Inhalt gefüllt ist, oder wenn der Darm stark contrahirt und luftleer ist. Relative Dämpfung entsteht auch bei sehr starker, durch hochgradigen Meteorismus bewirkter Spannung der Darmwand. Umfangreiche Kothballen im Colon transversum und wieder starke Füllung der Harnblase geben deutliche Dämpfung; die oval gestaltete Blasendämpfung* wird bei erwachsenen Männern mit 360—500 Ccm. Inhalt, bei Frauen erst mit 500—600 Ccm. nachweisbar.

In vielen, aber weit nicht allen Fällen von Perityphlitis (sogenannter Appendicitis) tritt oberhalb des rechten Ligamentum inguinale eine Dämpfung auf. Ihr Vorhandensein scheint von der Lage des Processus vermiformis abhängig zu sein *(Riedel)*. Sie kann auch dadurch verschwinden, dass Luft in den durchgebrochenen Abscess eintritt; es wird dadurch manchmal eine beginnende Resorption vorgetäuscht.

Ein charakteristisches Verhalten bietet der bewegliche Erguss in die Peritonaealhöhle, der Ascites i. w. S., indem er mit der Aenderung der Lage augenblicklich der Schwere gemäss an den tiefsten Stellen sich ansammelt und dabei seine horizontale Begrenzung beibehält. Dies führt, auf den horizontal liegenden Körper bezogen, zu einer halbmondförmigen, nach oben offenen Begrenzungslinie, so dass die Dämpfung an den Flanken des Bauches weiter hinaufreicht, als in den mittleren Partien. Ist der Erguss sehr massig, so bleibt oft nur an der höchsten Stelle des Bauches im Epigastrium ein schallender Bezirk, vergleichbar der Luftblase in der Libelle. Zuweilen zeigt die erwähnte halbmondförmige Figur wellige Begrenzung. Im Gegensatz zum Ascites ist bei der Eierstockscyste, soweit percussorische Unterscheidungsmerkmale in Betracht kommen, der Schall mehr auf der vor-

---

* Eine oval gestaltete Dämpfung in der Blasengegend, einer Blasendämpfung überaus ähnlich, habe ich vor langer Zeit in einem Falle von multiplen carcinomatösen Darmpolypen beobachtet, welche zu einer Stenose des Darms geführt und eine Invagination vorgetäuscht hatten.

deren Bauchfläche gedämpft, die Dämpfung geradlinig oder nach oben convex begrenzt, in den abhängigsten Partien besteht meist tympanitischer Schall und gewöhnlich kein bemerkenswerther Einfluss der Verlagerung der Kranken auf das Percussionsergebnis. Das Fluctuationsgefühl beim Anschlag beschränkt sich auf den gedämpften Schallbezirk, während es beim Ascites über denselben hinausgreift. Erwähnt soll werden, dass im vergrösserten Uterus bei faulender Frucht und Gasbildung im Fundus desselben tympanitischer Schall auftreten kann — Tympanias uteri — und dass selbst Metallklang vorkommt am Darm bei entsprechender Luftspannung und bei Lufterguss in die Peritonaealhöhle (nach Perforation eines Darm- oder Magengeschwürs), wobei als sehr charakteristisches Zeichen die Leberdämpfung verschwindet, weil Luft sich zwischen Leber und Bauchwand eindrängt.

Bei Pneumaturie, Luftansammlung in der Blase, erscheint ebenso metallischer Schall in der Blasengegend.

Die Percussion des Magens

erfordert eine gesonderte Besprechung, da die Frage, ob dieselbe für Beurtheilung der Grösse des Organs im einzelnen praktisch zu verwerthen ist, noch nicht nach allen Richtungen hin geklärt erscheint. Jedenfalls ist es schwierig, ein Durchschnittsmass für die Grösse des Magens aufzustellen, da er individuell ziemliche Verschiedenheiten des Volums, der Form und auch der Lage zeigt, — häufig mehr verticale Stellung der Längsachse, welche neuere Autoren bis zur extremen verticalen von oben rechts nach unten links verlaufenden übertreiben wollten. — Keinesfalls darf der Stand der unteren grossen Curvatur allein massgebend sein, da nur die Lage auch der kleinen Curvatur über die Grösse des Magens entscheidet.

Ein contrahirter, leerer Magen ist wohl kaum abgrenzbar, dagegen gibt ein mässig ausgedehnter oder gefüllter Magen eine nachweisbare Percussionsfigur, wobei stets zu unterscheiden ist, ob ein nur gasgefüllter Magen durch differenten tympanitischen, meist tieferen Schall nach unten gegen ein lufthaltiges Colon abgrenzbar ist; nach oben links ist gegen nichttympanitischen Lungenschall, nach rechts oben gegen die Leberdämpfung eine Grenze zu ziehen, falls nicht der Magen und das Colon gefüllt ist. Abgrenzung gegen das Herz ist dann möglich, wenn die Leber nicht bis zum Herzstoss reicht (s. pag. 653) und der *Traube*'sche Raum in grösserer Ausdehnung frei ist. Die obere Grenze des Magens, der Cardia, ist in der linken Parasternallinie in der Höhe des unteren Randes der V. Rippe oder des V. Intercostalraumes zu suchen. Bei schwächerer Percussion in Rückenlage kann für den normalen Magen unter günstigen Umständen ein Schallbezirk abgegrenzt werden, bei Männern etwa 21 Cm. breit, 11—14 Cm. hoch; der grösste diagonale Durchmesser, die *Rosenheim*'sche Linie, beträgt (bei Weibern nach *de Niet*) etwas über 25 Cm. — Als praktisch verwerthbarer Anhaltspunkt mag gelten, dass nach Trinkenlassen von 1 Liter Flüssigkeit, zweckmässig in einzelnen Portionen von $^1/_4$ Liter, die untere, durch Dämpfung markirte Grenze bei gesundem Magen im Stehen nicht unter Nabelhöhe herabgehen soll.

Demgemäss kann Magenerweiterung angenommen werden, wenn das Organ, welches zu diesem Behufe mit Kohlensäure aufgebläht werden kann, nach unten den Nabel überragt oder über diesen hinaus eine dem flüssigen Mageninhalt entsprechende, deutliche, nach oben concave (s. pag. 655), halbmondförmige Dämpfung in aufrechter Haltung zeigt. Dabei muss auch rechts von der Mittellinie in nicht zu geringer Ausdehnung, also etwa Handbreite, tympanitischer, als Magenschall anzusprechender Schall vorhanden sein, weil Tiefstand der grossen Curvatur auch bei der angeborenen oder durch Schnüren erworbenen Verticalstellung des Magens vorkommen kann. Ob solche vorliegt, entscheidet schliesslich die Festlegung der kleinen Curvatur, bei der die erwähnte Aufblähung (nach *Ziemssen*) wesentlich auch in Betracht kommt. In der Enteroptose, im besonderen der Gastroptose, stellt sich das Organ als Ganzes tiefer und muss nach den eben erwähnten Erhebungen in seiner Lage und Gestalt beurtheilt werden.

Die Versuche, mit Percussionsauscultation (Plessimeter-Stäbchenpercussion, s. pag. 634) den Hohlraum des Magens abzugrenzen, sind mehr oder weniger illusorisch und von sehr beschränkter diagnostischer Bedeutung, weil eben über einem und demselben Hohlraum (Magen, noch mehr Colon) bei Percussion an verschiedenen Stellen nicht immer ein Ton oder Klang von derselben Höhe gehört wird und somit ein wichtiger Massstab für die Abgrenzung verloren geht. — Nicht viel anders dürfte die Abgrenzung des Magens mittels Friction der Haut bei gleichzeitiger Anwendung des Phonendoskops (s. pag. 632) zu bewerthen sein.

Es ist zu beachten, dass auf die Percussionsfigur des Magens Einfluss nimmt im Sinne der Vergrösserung linksseitige Lungenschrumpfung, Verkleinerung des linken Leberlappens, Herabdrängung des Magens durch Geschwülste, z. B. solche der Nieren, und dass auch ein individuell grosser, nicht eigentlich ektatischer Magen das Gebiet des Magenschalls erweitern muss. Verkleinernd auf die Percussionsfigur wirkt hinwiederum Vergrösserung anliegender Organe, Leber (linker Lappen), Milz, Herz, sowie Pleuritis und (Pyo-) Pneumothorax der linken Seite.

Die Percussion der Nieren

darf füglich aus der Diagnostik ausgeschaltet werden. Was man früher als percussorischen äusseren Nierenrand verwerthen wollte, ist wohl fast immer ein Muskelrand; es wird der Musculus sacrospinalis angenommen. Immerhin kann eine stark vergrösserte (dann wohl auch palpable) und selbst vorne eine Dämpfung bewirkende Niere eine umfangreichere Dämpfung in der Nierengegend hervorrufen, über welche meist ein etwa 2 Finger breiter, vom auf- oder absteigenden, zwischen Niere und Bauchwand verlaufenden Colon herrührender Streifen tympanitischen Schalles hinwegzieht.

Bei Dislocation der Niere oder bei der (meist rechten) Wanderniere ist bei wenig entwickelten Weichtheilen und stärkerer Percussion in Bauchlage möglicherweise einseitig neben merkbarer Einsenkung tympanitischer Schall anzutreffen.

D. Auscultation der Lunge.

Technik der Auscultation.

Für die Lunge kommt überall da, wo man grössere Bezirke vergleichend unter Beobachtung nehmen will, die unmittelbare Auscultation mit Anlegung des Ohrs an die Brustwand in Betracht, wobei ein zum Schutz gegen Schweiss, Schmutz, Exantheme u. s. w. dazwischengelegtes dünnes Tuch die Untersuchung wenigstens für den Geübten nicht stört. Bei allen „feineren" Untersuchungen, jedenfalls immer da, wo kleine Bezirke, z. B. die Lungenspitze für sich, eine bestimmte, allenfalls eines schwachen Reibens oder Rasselgeräusches verdächtige Stelle zu untersuchen sind, empfiehlt sich die instrumentelle (mittelbare) Auscultation, wie sie *Laennec* zuerst geübt hat. Hinsichtlich des Stethoskops, dessen man sich bedient, hat man sich blos vor allzu unpraktischen Instrumenten zu hüten. Freilich gleicht auch hier die Uebung etwaige Unzweckmässigkeiten des Instruments aus. Dass man mit den neuerdings wieder sehr empfohlenen soliden Hörrohren so gut wie einst *Laennec* auscultiren kann, weiss ich wohl; es ist von mir auch experimentell nachgewiesen worden.* Man wird freilich nicht den alten *Laennec*'schen, trotz centraler Durchbohrung noch 230 Grm. schweren, $32^1/_3$ Cm. langen „Cylindre" benützen, sondern ein leichteres Modell gebrauchen. Das alte *Skoda*'sche Stethoskop aus Kirschbaumholz war bei 25 Cm. Länge nur 32 Grm. schwer, das von mir selbst seit Jahren benützte, aus Zwetschkenbaumholz gefertigte Stethoskop — früheres Modell der Tübinger medicinischen Klinik — ist 18 Cm. hoch mit einem Schalltrichter von $2^1/_2$—3 Cm. Lichtung, leicht concaver Ohrplatte aus Horn von $5^1/_2$—6 Cm. Durchmesser und wiegt 40 Grm. Die Lichtung der Bohrung beträgt 6 Mm., gegen das untere Ende, welches den etwa 4 Cm. hohen Schalltrichter mit $2^1/_2$—3 Cm. lichter Weite enthält, ein wenig mehr. Dass man die Stethoskope, unbeschadet ihrer Wirkung und Brauchbarkeit, aus den verschiedensten Holzarten (Ceder, Ebenholz u. s. w.), dann aus Horn, Celluloid, Elfenbein, Nickel, Aluminium verfertigen, auch Röhre und Ohrplatte aus verschiedenstem Material combiniren kann, z. B. Neusilber und Hartgummiplatte, Neusilber mit Celluloidplatte, ist selbstverständlich. Von wesentlicher Bedeutung ist jedenfalls das Material als solches nicht, nur sind die Metalle für die Berührung mit der Haut nicht immer angenehm. Viel im Gebrauch sieht man ein *Traube*'sches Modell aus Hartgummi oder anderem Material und tulpenförmigem Ohransatz. Mir persönlich sagt eine leicht vertiefte Ohrplatte zu; sie erlaubt das Instrument zwischen Ohr und Brustwand ohne wesentlichen Druck zu halten und der Bewegung des Brustkorbs zu folgen, was bei stürmischer Herzbewegung, hebendem Herzstoss und starker Pulsation unbedingt nötig ist. Wer auch bei nicht ödematöser Haut des zu Untersuchenden als flüchtiges Andenken an seine Handhabung des Stethoskops das ringförmige Abbild des Schalltrichters zu hinterlassen gewohnt ist, hat das „Jucunde" der stethoskopischen Untersuchung noch nicht erfasst. Man bleibe bei der einzelnen Untersuchung nicht allzu lange an einer und derselben

* Die Messung der Intensität der Herztöne. Tübingen 1885, pag. 29 ff.

Stelle kleben, zumal, wenn dieselbe nichts Auffälliges, von der Norm Abweichendes zu bieten scheint und kehre lieber nach einiger Zeit wieder zu ihr zurück. Vereinzelte, nur vorübergehend auftretende Geräusche können blos auf diese Weise mit Sicherheit nachgewiesen werden. Vergleichende Untersuchung darf da, wo sie in Betracht kommt, so wenig wie bei der Percussion unterlassen werden, also bei den Lungenspitzen, auf der Rückenseite des Brustkorbs, in den oberen Partien der Vorderseite und Seitenwand des Thorax.

Die in England und Amerika weit mehr als bei uns verbreiteten „flexibeln" Stethoskope mit Hörschläuchen* sind meist für die Auscultation mit beiden Ohren als „binaurale" oder Doppelstethoskope eingerichtet. Das *Camman*'sche, noch mehr das mit Celluloidtrichter ausgestattete *Snowden*'sche Doppelstethoskop sind im Gebrauch. Ich habe mich mit diesen Stethoskopen, bei denen mir Vortheil und Nachtheil so ziemlich sich die Wage zu halten scheinen, nicht gerade befreunden können (s. meine angeführte Schrift pag. 35), darf aber nicht bezweifeln, dass manche Auscultationserscheinungen mit ihnen prägnanter hervorgehoben werden können. Es gewinnen aber nicht alle Auscultationsphänomene in gleicher Weise, wie es denn oft genug nicht blos auf die künstliche Verstärkung derselben ankommt. Nebengeräusche sind nicht zu vermeiden.

Noch mehr als die Doppelstethoskope haben die bei der Percussion (pag. 632) erwähnten Phonendoskope den Nachtheil unliebsamer Verstärkung auch der Nebengeräusche, nicht blos der eigentlich charakteristischen, uns als Gesammtlaute vertrauten Auscultationsphänomene. Man muss sich in eine neue Welt von Tönen und Geräuschen einleben und sozusagen, da man auf das gewöhnliche Stethoskop doch nicht ganz verzichten kann, mit zwei Massstäben arbeiten, was der Einübung und Festhaltung einer Technik nicht gerade förderlich sein dürfte.

Besonders hübsch kann man mit dem Phonendoskop das „schlürfende", vesiculäre Athmen mit seinen Charaktereigenthümlichkeiten zur Wahrnehmung bringen, pathologische Athmungsgeräusche und Rasselgeräusche gewinnen weniger durch dasselbe und die nothwendige Umwerthung der Herztöne und Herzgeräusche scheint mir ein erschwerendes Moment darzustellen. Das Phonendoskop kann im Instrumentarium des Praktikers sicher entbehrt werden.

Die am Lebenden durch die Bewegungen der athmenden Lunge und wiederum die mit den wechselnden Füllungszuständen des Herzens und der Gefässe entstehenden Geräusche sollen nach ihrem normalen und pathologischen Verhalten hinsichtlich ihrer Entstehung in Kürze hier besprochen werden, soweit eben die Theorie — um mehr handelt es sich nicht — zum Verständnis namentlich auch der pathologischen Vorgänge nothwendig erscheint.

Die Athmungsgeräusche.

Schon das nach seiner von Anfang an gemuthmassten Entstehung in den Vesiculae der Lunge als „vesiculär" bezeichnete schlürfende,

* *Voltolini's* Stethoskop bestand aus einem einzigen Hörschlauch mit grösserem Schalltrichter, der auf die Brust aufgesetzt wurde.

vorwiegend inspiratorische, normale Athmungsgeräusch hat sich noch nicht zu einer allgemein anerkannten Theorie seiner Entstehung durchringen können. Mindestens war es ein Rückschritt, dieses Athmungsgeräusch lediglich zu einem Abkömmling des laryngo-trachealen (bronchialen) Athmungsgeräusches zu machen *(Baas, Penzoldt)*, ungeachtet der Schwierigkeit, dass damit manches klinische Vorkommnis unerklärt bleiben musste.

Mit dieser Theorie ist es schwer zu verstehen, wie Tracheotomirte ein deutliches Vesiculärathmen liefern können und andererseits bei dem primär starken Laryngotrachealgeräusch der Croupkinder das Vesiculärathmen sehr schwach sein kann, da doch in beiden Fällen die (nicht erkrankte) Lunge mindestens wie unter normalen Verhältnissen leiten wird. Auch ist es nicht zu erklären, warum bei Lungenemphysem oder bei Verstopfung oder Compression eines Bronchus oder der Lähmung der Glottiserweiterer (Musculi cricoarytaenoidei posteriores) trotz aller Athmungsanstrengung das Vesiculärathmen so schwach, oft genug ganz unbestimmt wird. Ein feines Ohr wird ohnedies auch im stark abgeschwächten, primär bronchialen Geräusch eben den bronchialen Charakter immer wieder zu erkennen vermögen; durch blosse Abschwächung wird ein Bronchialathmen nur für ein ungeübtes Ohr zum „vesiculären", in Wahrheit höchstenfalls zum unbestimmten.

Es muss somit eine der Erklärungen platzgreifen, welche die während der Inspiration an und in der Lunge selbst sich abspielenden Vorgänge in den Vordergrund stellt, da die Stärke des vesiculären Athmungsgeräusches mit der inspiratorischen Blähung der Lunge unzweifelhaft Hand in Hand geht. *C. Gerhardt* will analog dem Zustandekommen des normalen, nicht tympanitischen Percussionsschalls (wobei die Membran nach *C. Schweigger* „Schallherrscher" ist) für das „Zellenathmen" Schwingungen des Lungengewebes selbst annehmen, wozu aber der Charakter des Geräusches nicht recht zu passen scheint. Plausibler wird die Entstehung des schlürfenden Geräusches auf die inspiratorisch aus den Bronchiolen in die weiteren Infundibula und Alveolen der Lunge einströmende Luft zurückgeführt. Die Erweiterung der Infundibula in verhältnismässig kurzer Zeit (etwas über 1 Secunde) und die nicht abzuleugnende Thatsache, dass auch in sehr feinen Röhren (vergl. die Tracheen der Insecten, die Röhrchen des spanischen Rohrs) für das menschliche Ohr vernehmbare Geräusche entstehen können, geben neben der Möglichkeit der Resonanz in grösseren Bronchialröhren die Unterlagen für das vesiculäre Athmungsgeräusch. Auch *J. Marek** lässt neuerdings auf Grund von Experimenten an Thieren (Pferden, Hunden) die Einmündungsstellen der terminalen Bronchien in die Infundibula von ausschlaggebender Bedeutung sein. Zu allem hin kann noch eine gewisse Schallverstärkung durch secundäre Wandvibrationen der Alveolen angenommen werden.

Hinsichtlich der Stärke des Athmens kommt *a)* verstärktes Athmen vor bei Kindern etwa bis zum 12. Jahr, jedoch nicht regelmässig, als scharfes Vesiculärathmen (*Laennec's* pueriles Athmen), bei Dyspnoë, vicariirendem (supplementärem) Athmen, Bronchialkatarrhen, beginnenden Infiltrationen (der Phthisiker) und trockenen Bronchialkatarrhen als verstärktes rauhes Vesiculärathmen;

b) verschwächtes bis aufgehobenes Athmen bei totaler Compression der Lunge durch Exsudat oder Luftansammlung im Pleuraraum, Compression des Bronchus durch Tumoren (Aneurysma aortae),

---

* Deutsche med. Wochenschrift, 1902, Nr. 34, 35.

Verstopfung desselben (durch Fremdkörper etc.), grosser Schwäche der Athmung — H. U. am Thorax bei Lungenemphysem, bei gewissen Erkrankungen des Kehlkopfs (Diphtherie, Lähmung der Musculi cricoarytaenoidei posteriores).

Im Gegensatz zum Vesiculärathmen ist das klangähnliche Bronchialathmen („Röhrenathmen"), soweit es ein normales Geräusch darstellt, nur auf einen kleinen Bezirk beschränkt, hauptsächlich am Kehlkopf, wo es an der Stimmritze als Stenosengeräusch entsteht, dann aber auch hinten an der Wirbelsäule bis etwa zum V. Halswirbel herab, der Bifurcation der Luftröhre entsprechend, weniger über den Fossae supraspinatae, gehört wird, wobei zu beachten ist, dass angestrengtes und besonders eigentlich keuchendes Athmen den Bezirk des (normalen) Bronchialathmens sofort vergrössert, und zwar in einer nicht bei allen Individuen gleichen Weise. Entwicklung des Brustkorbes, der Weichtheile spielen bestimmend herein, ohne dass hierbei ganz strenge Regeln aufgestellt werden könnten. *Marek* (s. o.) deutet das Bronchialathmen „als den aus Resonanz hervorgegangenen und vom Kehlkopfgeräusch begleiteten Schall".

Unter Ablehnung des allerdings möglichst selten aufzustellenden „unbestimmten" Athmens *(Skoda)*, einer Zwischenform zwischen deutlich vesiculärem und ausgesprochen bronchialem Athmen, tritt *C. v. Noorden** für das gemischte Athmen ein mit der Erklärung, dass man zuweilen an einer und derselben Stelle zu gleicher Zeit bronchiales und vesiculäres Athmen hören könne, wobei das eine stärker als das andere sein kann. Auch kann man je nach der Richtung, die man der Aufmerksamkeit gibt, bald das eine, bald das andere mehr heraushören. Seine Bedeutung hat das gemischte Athmen hauptsächlich für die Auscultation der Lungenspitzen. Das metamorphosirende Athmen *(E. Seitz)* — Beginn einer Inspiration mit scharf zischendem (Stenosen-) Geräusch, im übrigen gewöhnliches Athmungsgeräusch, meist bronchial, aber auch vesiculär — beruht auf anfänglicher Enge eines Bronchus, der während der Inspiration plötzlich erweitert wird. Es gilt als ein gutes Cavernenzeichen.

Amphorisches und metallisches Athmen, für gewöhnlich einen grösseren pathologischen Hohlraum anzeigend, sind, zumal das letztere, in ihren ausgesprochenen Formen ein höchst prägnantes Zeichen. Die Bedingungen ihres Zustandekommens sind dieselben wie beim Metallklang. Ersteres lässt sich dadurch nachahmen, dass man über die freie (verengte) Mündung eines hohlen Gefässes bläst, das metallische Athmen ist ein Bronchialathmen mit eigenthümlichem Beiklang (tintement métallique *Laennec's*), bedingt durch einen beigemischten hohen, langausdauernden Oberton.

Vorkommen der verschiedenen Athmungsgeräusche.

Vesiculäres, schlürfendes Athmen kommt vor über normalem Lungengewebe; bei zerstreuten, kleinen Herden, welche lufthaltige Partien zwischen sich fassen (lobuläre Pneumonie, Miliartuberculose), bei pleu-

* Artikel „Auscultation" in *Eulenburg's* Real-Encyklopädie, II. Band, 3. Auflage, pag. 534.

ritischen Exsudaten von mässiger Grösse (meist verschwächt), über Cavernen, wenn zwischen diesen und der Brustwand normales Lungengewebe sich befindet, oder wenn, ohne dass die Caverne ein eigenes Geräusch gibt, das Athmen ein fortgeleitetes (s. p. 661) ist.

Bronchiales Athmen, in der Exspiration meist ausgesprochener als in der Inspiration, wird gefunden bei Infiltrationen aller Art; Compression, so lange der Bronchus frei oder noch nicht vollständig comprimirt ist. Dabei darf das drückende Exsudat (event. die Luftansammlung oder Geschwulstbildung in der Pleura) oder auch die Volumszunahme des Herzens oder des Perikards weder allzu gross, noch allzu klein sein, im ersten Falle würden die Bronchien ebenfalls comprimirt, im zweiten höchstens verschwächtes Vesiculärathmen vorhanden sein. Ferner wird es gehört bei Relaxation des Lungengewebes, wenn dasselbe der Brustwand nahe liegt, über Hohlräumen, die wandständig und von luftleerem Gewebe umgeben sind. Auch hier muss der zuführende Bronchus frei sein.

Amphorisches und metallisches Athmen kommen vor bei glattwandigen Cavernen und Bronchiektasien von mindestens Faustgrösse, Pneumothorax und Pyopneumothorax, als Nachbarschaftsphänomen vom Abdomen her: stark gespannter Magen, Meteorismus der Därme, Tympanites peritonaei.

Selten und zum Theil nicht gehörig erklärt findet sich metallisches Athmen bei einfacher Pleuritis exsudativa, z. B. auch nach Punction grösserer Exsudate vorn unter dem Schlüsselbein, Pneumonien der Unterlappen *(Ferber)*, bei anscheinend Gesunden, z. B. Greisen, zwischen den Schulterblättern *(Friedreich)*.

Modificationen des Athmens. Abgesetztes (saccadirtes, unterbrochenes) Athmen — 1-, 2-, 3fach saccadirt — bei erschrockenen Leuten, bei Katarrhen und Infiltrationen der Lungenspitzen; wenn auch nicht pathognomonisch für lobuläre Herde, immerhin von Bedeutung da, wo es einseitig gehört wird.

Bei dem saccadirten Athmen der Tuberculösen will *O. Henssen* * in der Regel „pulsrhythmische“ Absätze nachweisen können, welche Hyperämie des betreffenden Lungenabschnittes oder Residuen voraufgegangener Entzündung der Pleura oder Lunge anzeigen sollen.

Verlängerte Exspiration deutet Verengerung der Bronchien durch katarrhalische Schwellung und Secretanhäufung an.

Pulsative Respiration, d. h. die von der Herzsystole freigelassene, von der Diastole behinderte Inspiration eines umschriebenen Stückes Lungenrand; „es wird der Raum, der bei Verkleinerung des Herzens frei wird, ausgefüllt“ *(Gerhardt)* und so systolisch das inspiratorische Athmungsgeräusch verstärkt: „systolisches Vesiculärathmen“ *(Wintrich)*.

Die verschiedenen Arten der Rasselgeräusche.

Es erscheint zweckmässig, all die Zeichen, welche den „Katarrh“ der Respirationsorgane andeuten und gemeinhin als Rasselgeräusch (Rhonchus) benannt werden, miteinander abzuhandeln, so verschiedenartig auch ihre Bedeutung für die Symptomatologie und Diagnose und selbst die Art ihrer Entstehung sein mag. Aufsteigend von den einfacheren zu den complizirteren Formen sind zu unterscheiden:

---

* Deutsches Archiv für klin. Medicin. LXXIV. Band, 1902, 1./2. Heft.

a) Trockene und feuchte Rasselgeräusche. Bei dieser Nomenclatur ist mehr der akustische Eindruck massgebend als principielle Unterschiede bezüglich der Genese, welche ohnedies nicht nach allen Richtungen hin aufgeklärt ist. Für die trockenen Geräusche (Rhonchi sicci) wird angenommen, dass sie in den mit wenig, womöglich sehr zähem Secret gefüllten Bronchien entstehen oder in solchen, in denen blos die Schleimhaut mehr oder weniger geschwellt ist. Letzteren Zustand markiren die zuweilen recht ausgesprochenen Schalleindrücke, wie Schnurren (Rhonchus sonorus), Pfeifen (Rh. sibilans, canorus), Giemen, welche Ausdrücke zur raschen Verständigung und genaueren Bezeichnung der akustischen Wahrnehmungen immerhin beibehalten werden mögen, wenn sie auch keine genaueren Rückschlüsse auf den (anatomischen) Zustand der Lunge erlauben und sich „nicht als fruchtbringend erwiesen haben“ *(v. Noorden)*. Jedenfalls aber wird man die tieferen Geräusche in die gröberen Luftröhrenäste verlegen dürfen, die höheren (das Giemen und Verwandtes) in die feineren, da gewiss die Bronchien auch als Resonanzräume in Betracht kommen. Im allgemeinen aber sind alle diese Geräusche als Stenosengeräusche aufzufassen, als welche einzelne, wie das Giemen, schon der unmittelbare Gehörseindruck ausweist. Es sind also auch da, wo allerdings zähes und wenig bewegliches Secret vorhanden ist, Luftschwingungen die nächste Ursache der Geräusche.

Anders hat man die feuchten Rasselgeräusche erklären wollen (Rhonchi humidi). Dem Eindruck entsprechend, den sie machen, sollten sie auf dem Zerplatzen der durch den Luftstrom aufgeworfenen, mehr oder minder grossen Blasen beruhen. Auch hier wollten einzelne, wie *Talma*, lediglich secundäre Schwingungen der von der Flüssigkeit bewegten Luftsäule annehmen. Die stets vorausgesetzte und wohl kaum widerlegbare Anschauung, wonach exquisit feuchte Rasselgeräusche den Schluss auf vermehrte Secretion der Lunge, meist kurz mit „Katarrh“ abgethan, zulassen, ist beizubehalten. Als Uebergangsstufe von den trockenen zu den feuchten Rasselgeräuschen ist eine Kategorie der „zähfeuchten“ aufgestellt worden; auch die unter *c)* zu nennenden könnten hierher gestellt werden.

Als verschiedene Arten der feuchten, nicht klingenden Rasselgeräusche sind zu unterscheiden: die gewöhnlichen feuchten Rasselgeräusche, das Schleimrasseln, Rhonchus mucosus, von sehr wechselndem Verhalten bezüglich Grösse und Reichlichkeit der Blasen (s. u.).

b) Crepitirende Rasselgeräusche, Knisterraseln, auch vesiculäre Rasselgeräusche *(Wintrich)* genannt, reichliche, gleich- und fein- bis feinstblasige Geräusche, die, anscheinend dem Ohr sehr nahe, in den feinsten Bronchien und den Lungenalveolen (Vesiculae) fast ausnahmslos inspiratorisch entstehen dann, wenn wenig Luft neben Flüssigkeit in den Alveolen sich befindet oder auch — was leicht an der Leichenlunge nachgeahmt werden kann — wenn eine retrahierte oder luftleere „atelektatische“ Lunge durch die Einatmung plötzlich ausgedehnt wird. Die verschiedenen Vergleiche, die mit dem Knisterrasseln angestellt werden, das im Feuer knisternde Kochsalz *(Laennec)*, die vor dem Ohr geriebene Haarlocke *(Williams)*, das über dem Feuer siedende Fett sollen die Reichlichkeit und das Prasselnde der Geräusche darthun.

Als eine zwischen den eben genannten stehende Stufe hat man *c)* die knatternden Geräusche aufgestellt, von „mittelfeuchtem“ Charakter, ziemlich grossblasig, nicht eigentlich klingend, die unter besonderen Verhältnissen in den Lungenspitzen vorkommen.

Den nicht klingenden Rasselgeräuschen, zu welchen die zuvor erwähnten gehören, gegenübergestellt werden die klingenden Rasselgeräusche (consonirende *Skoda's*), deren Definition nicht gerade leicht ist, obwohl die Extreme gar wohl sich verstehen lassen. Klingend, bezw. „einfach klingend“ sind Rasselgeräusche zu nennen, welche (dem tympanitischen Schall ungefähr vergleichbar) einen gewissen Klang erkennen lassen, der den gewöhnlichen Rasselgeräuschen nicht zukommt. Es handelt sich demnach um rein graduelle Unterschiede und um Schallerscheinungen, welche zwischen den (nahezu) klanglosen und den deutlich metallisch klingenden Rasselgeräuschen in der Mitte stehen. *v. Noorden* (l. c. pag. 545) möchte die Kategorien nicht klingend und klingend durch die unverfänglicheren Ausdrücke fernes und nahes Rasseln ersetzen. Hierbei ist der unmittelbare Gehörseindruck, der die Entstehung in grössere oder geringere Entfernung vom auscultirenden Ohr verlegt, massgebend, und in der Mehrzahl der Fälle wird sich wohl auch das „nahe“ Rasseln aus günstigerer Fortleitung innerhalb der Lunge (namentlich Verdichtung) erklären, wobei allerdings gewisse feine und feinstblasige (crepitirende) Geräusche, welche hauptsächlich nahe dem Ohr entstehen, eine Ausnahme machen würden, weil sie eben an sich keine verbesserte Schalleitung anzeigen. Ob diese Ausdrücke die bisherigen, welche bei richtiger Abmessung und Verwendung wohl angebracht sind, verdrängen werden, erscheint fraglich.

Knisterrasseln kommt vor im Anfang und am Ende einer croupösen Pneumonie (crepitatio indux et redux), im allgemeinen laut und prasselnd; auch auf der Höhe der Pneumonie, in der Nähe der festen Infiltration kann unter Umständen Knistern gehört werden; endlich bei Lungenödem. Es soll hier feiner und zarter sein als bei Pneumonie. Bei hämorrhagischem Infarct; bei längerem Liegen von schwer beweglichen Kranken (Fiebernden etc.), seltener von Gesunden, in den hinteren, unteren Lungenpartien, sog. atelektatisches Knistern, wird es gehört; es verschwindet meist nach einigen Athemzügen. Selten und vorübergehend kommt es vor bei acutem Katarrh der feineren Bronchien.

d) Subcrepitirend = fein mittelfeucht.

Metallisch klingende Rasselgeräusche werden beobachtet bei Cavernen von Faustgrösse, bei Pneumothorax und Pyo-Pneumothorax, durch Resonanz des benachbarten gespannten Magens oder Darms.

Ein auffallendes, allerdings seltenes Zeichen des Pyo-Pneumothorax ist der metallisch klingende Tropfenfall (gutta cadens metallica), welcher aus der erhöhten Resonanz vereinzelter grösserer Rasselgeräuche erklärt wird *(Skoda)*; in vereinzelten Fällen mag auch das wirkliche Herabfallen eines Tropfens von der Kuppe oder wenigstens den oberen Theilen des pneumothoracischen Raums auf den Flüssigkeitsspiegel die Veranlassung sein. Dafür spricht der Umstand, dass die gutta cadens in den ersten Augenblicken nach dem raschen Aufrichten eines Kranken mit Vorliebe sich hören lässt und dass sie experimentell auch an der Leiche durch rasches Aufrichten des Cadavers

hervorgerufen wurde *(Leichtenstern)*. Ein weiteres eigenartiges Geräusch ist das grossblasige, gurgelnde, metallisch klingende Wasserpfeifengeräusch *(Unverricht)*, Lungenfistelgeräusch *(Riegel)*. Wenn bei einem Pyo-Pneumothorax eine Fistel besteht, so kann bei der inneren durch inspiratorische Ansaugung, bei der äusseren und inneren durch Husten Luft durch die Flüssigkeit hindurch getrieben werden. Besonders ist dazu Gelegenheit gegeben, wenn nach reichlicher „maulvoller" Expectoration von Sputis zum Ersatz Luft in den pneumothoracischen Raum eingesogen werden muss.

Bei Unterscheidung der Rasselgeräusche nach der Grösse kann man von gross-, mittelgross-, fein- und feinstblasigen reden. Besonders grossblasig oder grobblasig ist das durch Agitiren von Flüssigkeit in der Luftröhre hervorgerufene Trachealrasseln, das Röcheln der Sterbenden. Innerhalb einer Reihenfolge von Geräuschen können natürlich gleichblasige und ungleichblasige zur Wahrnehmung gelangen.

Nach der Frequenz sind spärliche (seltene, vereinzelte) und reichliche Rasselgeräusche zu unterscheiden, nach der Stärke laute gegenüber leisen (schwachen). Ferner kann man von continuirlichen, durch die ganze Athmung, bei Inspiration und Exspiration hörbaren und discontinuirlichen reden. Im „postexspiratorischen Rasseln" will *Baas* ein gutes Cavernenzeichen erblicken.

Das pleuritische Reibegeräusch.

Das in seiner ausgesprochenen Form sehr prägnante Phänomen des pleuritischen Reibens ist, wenn voll entwickelt, nicht zu verkennen: rauhes, unterbrochenes, absatzweise erfolgendes, nahe dem Ohr entstehendes, knarrendes, reibendes Geräusch, oft so stark („Neuledergeräusch"), dass es der aufgelegten Hand als „Pleuralfremitus" fühlbar wird. Häufig schleppt es der Athmung nach, d. h. man hört es noch deutlich, während Athmungsbewegung des Thorax und Athmungsgeräusch sich nicht mehr bemerkbar machen, also in der Pause zwischen zwei Athemzügen. Das Reiben ist umso gröber, rauher, das Ohr umso mehr beleidigend, je älter eine (im übrigen noch recente) Pleuritis ist, wenn die Entzündungsproducte derber sind, mehr Unebenheiten darbieten und die Pleurablätter, weil die anfängliche starke Empfindlichkeit und Schmerzhaftigkeit nachgelassen haben, stärker gegen einander bewegt werden. Demgemäss ist auch das Reiben an den unteren (vorderen) und seitlichen Partien des Brustkorbes im allgemeinen stärker, als an den minder stark bewegten oberen: über den Lungenspitzen ist es jedenfalls selten und nur mit Vorsicht zu diagnosticiren. Auch leises und zartes Reiben, z. B. bei frischer Entzündung, bei noch weichen und zarten Fibrinauflagerungen oder sehr alter (ziemlich abgelaufener) Affection als solches gegenüber trockenen Rasselgeräuschen zu erkennen hat oft seine Schwierigkeit, über die zuweilen auch das geschulte Ohr schwer hinwegkommt. Doch gelingt es häufiger, als man gewöhnlich annimmt, falls man zunächst etwa eine suspecte Stelle ermittelt hat, in deren Nachbarschaft, zumal bei längerem und sorgfältigem Untersuchen, ein freilich oft vereinzelt bleibendes, aber durchaus charakteristisches Reiben festzustellen und

damit die Diagnose zu sichern. Husten — so wird gewöhnlich angegeben — beeinflusst bezw. vernichtet das Rasseln, nicht wohl das Reiben, welch letzteres wieder durch gleichzeitig schmerzhaften Druck des Stethoskops oder Compression des Brustkorbes mittels der aufgelegten Hand eher verstärkt wird.

Gelegentlich gibt miliare Tuberculose der Pleura *(Jürgensen)* oder auch grosse Trockenheit derselben im Choleraanfall zu Reibegeräuschen Veranlassung.

O. Rosenbach betont, dass man auch da, wo dünne Flüssigkeitsschicht sich befinde, Reiben hören könne. Dies wird wohl so zu verstehen sein, dass die sich gegeneinander bewegenden Pleurablätter die Flüssigkeit etwas verdrängen und in reibende Berührung kommen können.

Ueber kardio-pleuritische Reibegeräusche siehe bei den Herzgeräuschen.

Auscultation der Stimme.

Die gesprochene Stimme, bei normaler lufthaltiger Lunge über dem Brustkorb zu einem unarticulirten Gesumme oder Gemurmel abgeschwächt, bei Frauen oder Kindern ohnedies meist wenig ausgeprägt bis fehlend, wird zur Bronchophonie, wenn der Timbre des Näselns und deutlichere Articulation auftreten, und diese wieder in ihren höheren Graden mit einer Art Betonung der einzelnen Worte zur Pectoriloquie. Das prägnante, freilich, wenigstens nach meinen Erfahrungen, nicht häufige Zeichen der Meckerstimme (*Laennec's* Aegophonie), eine modificirte Bronchophonie, sowie die amphorisch bis metallisch klingende Stimme (Amphorophonie) gehören in das eigentlich pathologische Gebiet.

Baccelli's Flüsterstimme (voce afona) ist zuweilen über Exsudaten in auffallender Deutlichkeit, mit einer gewissen Verstärkung und grösseren Betonung gegenüber der gesunden Seite zu hören. Bei mehr homogenen Ergüssen mit wenig beigemischtem corpusculären Bestandtheilen mag dies eher eintreten, doch wird sie sicher auch bei anderen Affectionen, so bei pneumonischer und tuberculöser Infiltration, beobachtet und gerade bei serösen Exsudaten öfters vermisst. Immerhin könnte vielleicht in einem gegebenen Falle die Aenderung der genügend oft controlirten Flüsterstimme auch eine Aenderung (Eitrigwerden!) des Exsudats anzeigen. *Rosenbach* (l. c. pag. 119) betont einen Parallelismus zwischen lautem Bronchialathmen und Flüsterstimme und hält diese gleich vielen anderen — mit einem gewissen Recht — für ein diagnostisch nur wenig verlässliches Zeichen.

Wie die Stimme, so kann auch der auscultirte Husten, eine Art unterbrochene Stimmgebung, Anhaltspunkte liefern, da dieselben Vorbedingungen wie bei der Stimme obwalten; er kann bei aphonischen oder schwachen Kranken, die man nicht gerne zum Sprechen auffordert, ganz wohl die Auscultation der Stimme ersetzen.

Abschwächung bis Aufhebung der Stimme ist häufig bei Kindern und Frauen, sowie bei Fistelstimme ein durchaus normaler Befund, kommt ferner vor bei reichlichen Weichtheilen am Thorax, bei Verstopfung eines Bronchus (durch Schleim, Eiter, Blut, Fibrin, Fremdkörper), also unter Umständen auch bei Pneumonie, bei Emphysem

der Lunge, über grossen pleuritischen Exsudaten, bei Pneumothorax, bei Tumoren der Pleura und Brustwand, bei stärkerem Oedem der Brustwand.

Verstärkung der Bronchophonie kommt vor relativ normal bei Greisen mit dünnem Thorax und dickeren Bronchialknorpeln, über Infiltrationen, oberhalb von pleuritischen Exsudaten, wenn zugleich comprimirtes Gewebe der Thoraxwand anliegt; über kleinen und mittelgrossen Cavernen, auch Bronchiektasien, wenn deren Wände von verdichtetem, luftleerem Gewebe gebildet sind.

Die Auscultationserscheinungen der Stimme am Thorax werden am einfachsten dadurch erklärt, dass die normale, lufthaltige Lunge schlecht leitet und die Stimme abschwächt, die consistentere, solidificirte Lunge dagegen bei Freisein der zuführenden Bronchien einen besseren Leiter darstellt. Daneben sind für die verschiedenen Nuancirungen und Timbres der Stimme noch allerlei Resonanzen und Mitschwingungen an den Bronchien anzunehmen.

Aegophonie tritt auf oberhalb pleuritischer Exsudate, meist nur bei mässig grossen, zuweilen oberhalb von Cavernen, unter Umständen über Verdichtungen des Lungengewebes.

Amphorisch und metallisch klingende Stimme (Amphorophonie) wird beobachtet bei Pneumothorax, grossen Cavernen (auch bronchiektatischen), wenn die Wände des Hohlraumes glatt sind.

Als palpatorische Begleiterscheinung der gesprochenen Stimme, welche „Convibration des Bronchialrohrs" bewirkt, ist anzusehen der Stimmfremitus, Pectoralfremitus, welcher auf der rechten Brustseite im allgemeinen stärker ist, ebenso in den oberen Lungenpartien und vorne deutlicher, am schwächsten hinten unten. Weiters ist er im Liegen stärker als im Sitzen *(Walshe)*, bei Kindern bis zum 6. Jahr oft fehlend, bei Weibern schwächer und häufig nicht verwerthbar, auch hier von der Stimmlage abhängig. Wie für andere Untersuchungen, so empfiehlt *O. Rosenbach* namentlich auch für den Stimmfremitus, erst etwas zuzuwarten, wenn man einen Lagewechsel vorgenommen hat, etwa den Kranken hat aufsitzen lassen, auch zum Tiefathmen oder Husten aufzufordern, damit atelektatische Lungenpartien sich ausdehnen, Bronchien von angesammeltem Secret sich reinigen können; in der That kann man oft genug einen Wechsel im Verhalten des Fremitus, besonders ein plötzliches Auftreten da, wo er bisher fehlte, während einer einzelnen Untersuchung beobachten.

a) Verstärkung des Stimmfremitus bei magerer elastischer Thoraxwand; bei starker tiefer Stimme (Bruststimme), über acuten oder chronischen Infiltrationen von mindestens 10—15 Cm. wandständiger Ausdehnung bei Freisein des zuführenden Bronchus. Bei Lösung der Pneumonie kann diese Verstärkung noch deutlich bleiben, wenn die Dämpfung schon in Abnahme begriffen ist. Bei Pleuritis exsudativa geringeren Grads, oberhalb von pleuritischem Exsudat, wo comprimirte Lunge anliegt, bei tuberculösen und bronchiektatischen Cavernen, die der Brustwand nahe liegen, wenn sie selbst nicht gefüllt sind und der zuführende Bronchus frei ist, bei umfangreicherem perikardialem Exsudat mit Compression der linken Lunge kommt Verstärkung vor.

b) Verschwächung bis Aufhebung des Fremitus bei schwacher und hoher Stimme, Flüsterstimme, Aphonie, reichlichen Weichtheilen (z. B. über der weiblichen Brustdrüse); exsudativer Pleuritis

höheren Grades; jedoch ist stellenweises Erhaltensein des Fremitus oder selbst Verstärkung möglich, wenn Adhäsionen zwischen beiden Blättern der Pleura vorhanden sind. Emphysem der Lunge (wegen grösserer Starrheit des Thorax), Hydrothorax, Verstopfung eines Bronchus (durch Schleim, Eiter, Fremdkörper), also gelegentlich auch bei Pneumonie und besonders bei massigen Infiltrationen, und die sogenannten massiven Pneumonien *(Grancher)*, wo auch die Bronchialzweige mit festen Fibrinmassen ausgefüllt sind, Pneumothorax, Tumoren aller Art im Pleurasack oder Mediastinum, auch wohl der Lungensubstanz selbst, wenn Bronchien comprimirt werden, sehr dicke pleuritische Schwarten, stärkeres Oedem der Brustwand bedingen Abschwächung bezw. Aufhebung des Stimmfremitus.

Bemerkungen zu den Höhlensymptomen.

Zu den im früheren (s. pag. 642 ff., 662) verzeichneten percussorischen und auscultatorischen Phänomenen der (pathologischen) Hohlräume ist ganz im allgemeinen anzumerken, dass, wie schon erwähnt (pag. 642), die prägnanten und charakteristischen metallischen Zeichen erst von einer gewissen Grösse des Hohlraumes an zu erwarten sind: Faustgrösse nach approximativem Mass, 6 Cm. (in günstigeren Fällen auch schon 4 Cm.) Durchmesser. Unter Umständen können aber auch multiple kleinere, mit den Bronchien frei communicirende Cavernen wie eine grössere wirken und beim Anschlagen Metallklang ergeben. Im Princip unterscheiden sich Caverne und Pneumothorax natürlich nicht; da aber der letztere häufig einen viel umfangreicheren Luftraum darstellt, auch öfters mit glatten, besonders leicht reflectirenden Wandungen ausgestattet ist, so sind die metallischen Phänomene besonders stark entwickelt und leicht, d. h. mit verhältnismässig schwacher Percussion und an vielen, man möchte sagen beliebigen Stellen des Thorax, im ganzen Umfang der Höhle zu erhalten. Die beim Pneumothorax zumeist vorhandene Flüssigkeitsansammlung im Pleurasack, also Pyo- (sehr viel seltener Hydro-) Pneumothorax, bedingt je nach der Lage des Kranken bei der Freibeweglichkeit der Flüssigkeit rasche Aenderungen in der Gestalt des pneumothoracischen Raumes und demnach allerlei Wechsel der akustischen Phänomene (s. das Capitel „percussorische Schallwechsel", pag. 642). Die Höhe des Schalles selbst ist bestimmt im geschlossenen Luftraum durch die Länge der schwingenden Luftsäule und dieser umgekehrt proportional, d. h. umso höher, je kürzer der (längste) Durchmesser des Raumes. Bei offenen Räumen, also bei directer Verbindung mit einem Bronchus oder bei Fisteln, kommt noch die Weite der Oeffnung hinzu; der Schall ist dieser direct proportional, d. h. um so höher, je weiter die Oeffnung.

Cavernen und geschlossener Pneumothorax bieten trotz aller Aehnlichkeit gewisse Differenzpunkte, welche aber durchaus nicht als pathognomonisch aufzufassen sind. Der letztere ist neben der Ektasie — bei der Caverne eher Einziehung! — ausgezeichnet durch das Succussionsgeräusch beim Schütteln des Kranken (Succussio Hippocratis), die im allgemeinen spärlicheren Rasselgeräusche und, wenigstens beim Erwachsenen, durch das Befallenwerden vornehmlich der unteren Lungen-

partien. Bei Kindern kommen bekanntlich tuberculöse Cavernen auch in den Unterlappen nicht so selten vor.

In seltenen Fällen können in den unteren Thoraxpartien die offenkundigen Zeichen eines Hohlraums, speciell auch eines Pneumothorax, vorhanden sein: metallische Plessimeter-Stäbchenpercussion (s. pag. 634), Succussion, Schallwechsel, und nur die im wesentlichen ungestörte Function der Lunge, auch der auf die untersten Thoraxpartien beschränkte Sitz weisen auf einen gashaltigen subphrenischen Abscess, einen Pyopneumothorax hypophrenicus hin.

Auch die übrigens sehr seltene, angeborene oder (durch Trauma) erworbene Zwerchfellshernie — Durchtritt von Magen und Darm, auch noch Theilen der Leber u. s. w. durch Lücken des Zwerchfells in die Brusthöhle — kann im Bereich des Thorax exquisite Höhlensymptome hervorbringen. Hier wird bezüglich der physikalischen Symptome der Nachweis von wechselnder Grösse und Füllung des Hohlraumes (mit der Nahrungsaufnahme oder durch künstliche Aufblähung des Magens), sowie das zeitweilige Auftreten von unzweifelhaften Darmgeräuschen von Bedeutung sein.

E. Auscultation des Herzens und der Gefässe.

Entstehung der Herztöne.

Entgegen der lange Zeit durch *Bamberger's* Autorität in Geltung gebliebenen Annahme, als entstünden an den zwei venösen Ostien des Herzens und an den beiden arteriösen Ostien der grossen Gefässe zusammen sechs Töne, so dass nur die zweiten über den Ventrikeln von den Semilunarklappen her fortgeleitet wären, hat sich neuerdings wieder die Ansicht befestigt, was übrigens auch schon früher gelehrt wurde, es kommen am Herzen zusammen nur vier originäre Klappentöne zustande, je ein systolischer im linken und rechten Ventrikel an der Bicuspidalis und Tricuspidalis, je ein diastolischer, mit Beginn des Klappenschlusses einsetzender, an Aorta und Arteria pulmonalis. Ohne die vielen Experimente und die daraus abgeleiteten Theorien hier vorführen zu wollen, welche im Laufe der Zeiten zutage getreten sind, mag in Kürze darauf hingewiesen werden, wie man sich die Entstehung der Töne am Herzen und an den grossen Gefässen zu denken hat. Wohl berechtigt ist die Frage, ob die Herztöne, wenigstens die an und in den Ventrikeln entstehenden nicht zusammengesetzter Art sind und aus mehreren Einzelbestandtheilen sich aufbauen? Namentlich ist oft und viel darüber verhandelt worden, ob nicht auf Grund der *Ludwig-Dogiel*'schen Experimente am blutleeren und klappenlosen Thierherz der tiefe geräuschartige Ton des sich zusammenziehenden Muskels, also eben dieser „Muskelton“, als Componente des ersten Herztones anzunehmen sei. Auch wollte *Wintrich* mittels Resonatoren beide Töne differenzirt haben, einen dumpfen Muskelton und einen höheren Klappenton.

Die klinische Erfahrung spricht nicht zu Gunsten des Muskeltones; die verschiedenen Herzerkrankungen, namentlich alle diejenigen, welche vornehmlich die Musculatur in Mitleidenschaft ziehen, ohne un-

mittelbare Betheiligung des Klappenapparates, wirken nicht in entsprechender Weise auf das Verhalten und namentlich die Stärke des ersten Herztones ein, ganz abgesehen davon, dass der erste Ton, soweit er Muskelschall ist, über die ganze Dauer der systolischen Contraction hörbar sein müsste, was der klinischen Erfahrung und den Ergebnissen der genaueren Registrirung widerspricht. Wenn man demnach den Muskelschall für die Erklärung des ersten Tones entbehren kann, so sind dagegen die Zipfelklappen mit ihrer systolischen, wie anzunehmen ist, recht energischen Anspannung am ersten Ton unzweifelhaft betheiligt. Störungen im Spiel der sich schliessenden Klappen bedingen nach den klinischen Erfahrungen ein mehr oder minder ausgeprägtes systolisches Geräusch, wie auch andererseits ein solches verschwindet, wenn ein (vorübergehend) ungenügender Klappenschluss wieder normalen Verhältnissen Platz macht. Schon die Analogie mit dem zweifellos zu einem klappenden Ton (*Rouanet* 1832) führenden Schluss der Semilunarklappen in Aorta und Arteria pulmonalis lässt einen Antheil der systolisch sich anspannenden und gegeneinander gepressten Zipfelklappen am ersten Ton nicht abweisen.

Neuerdings hat man aber noch einer anderen, sehr plausiblen Erwägung Raum gegeben, die jedenfalls mit den auscultatorischen Befunden gut in Einklang zu bringen ist. Demnach würde der verhältnissmässig rasche Uebergang des am Ende der Diastole schlaffen Herzmuskels in den Spannungszustand der Systole und damit in eine neue Gleichgewichtslage von einem hörbaren Ton begleitet sein *(Fick, Rich. Geigel)*. Der Uebergang von Diastole in Systole kommt in seiner Wirkung der Anspannung irgend einer Membran gleich, die, wie sich an den mannigfachsten Beispielen darthun lässt, einen in seinem Charakter vom Material der gespannten Membran abhängigen, geräuschartigen Ton ergibt. Einzelne klinische Erfahrungen erklären sich gut mit Annahme dieser Art von Tonentstehung, so namentlich auch der verstärkte erste Ton bei der (reinen) Bicuspidalstenose, wo man bisher immer blos nach *Traube's* Vorgang die grosse Differenz der Anfangs- und Schlussspannung der Klappe in dem mit weniger Blut gefüllten Ventrikel heranzog. Es leuchtet ein, dass unter der letztgenannten Voraussetzung auch der Uebergang des linken Ventrikels von Erschlaffung in Spannung ungehinderter, energischer und demgemäss mit lauter Tongebung sich vollziehen kann, wenn die Wand nicht entgegen dem Seitendruck eines prall gefüllten Ventrikels sich contrahiren muss. Die geringe Intensität des systolischen Tones bei insufficienten, dilatirten und stark gefüllten Herzen würde sich so ganz gut, wenigstens zum Theil, erklären. Einzelne Autoren (*Leared, Talma* u. a.) haben die systolischen Ventrikeltöne lediglich als mehr secundäre Schallerscheinungen aus Strom- und Wirbelbewegungen des systolisch gepressten und zum Ostium arteriosum hinausgedrängten Blutes erklären wollen. Wenn an der Bildung von eigentlichen Herzgeräuschen solche Stromwirbel sicher mitbetheiligt sind, so erscheint es mindestens einseitig und schwer durchführbar, auch die einfacheren Schalle und „Töne" so zu erklären; eine hinter den beiden anderen freilich sehr zurücktretende Componente des ersten Tones, in dem sie also mit enthalten wären, mögen sie immerhin darstellen. Dass solche Erklärungsversuche zwischen Ton und Geräusch nicht streng unterscheiden und hier eigent-

lich nur quantitative Unterschiede zulassen können, ist im Widerspruch mit der klinischen Beobachtung.

Die zweiten Töne an den halbmondförmigen Klappen der grossen Gefässe, wie es auch geschehen ist, ebenfalls blos mit den vorerwähnten Stromwirbeln zu erklären, geht wohl kaum an. Schon der Charakter der klappenden, oft so concisen Töne ist schwer damit in Einklang zu bringen; zudem hat das Experiment (vergl. pag. 670) gerade an diesen Klappen das Zusammenschlagen der Klappenränder und die gleichzeitige Anspannung der einzelnen Klappen als Vorbedingung für das Zustandekommen des zweiten Tons erwiesen, und die Beobachtung lehrt, dass im allgemeinen der zweite Ton um so lauter und reiner ist, je zarter und schwingungsfähiger die Klappen sind, und dass Ton neben Geräusch vorhanden sein kann, wenn nur einzelne der Klappen schlussunfähig sind, wenn also das Ostium in eine sufficiente, tongebende und eine diastolisch offen bleibende Partie getheilt ist. Auch entspricht der zweite Ton nur dem Beginn der Diastole, während eine durch den Klappenschluss eingeleitete Strombewegung, bezw. Stromunterbrechung nicht als momentaner Schall sich äussern, sondern wahrscheinlich länger sich hinziehen müsste, wie es in der That bei den diastolischen Aorten- und Pulmonalgeräuschen der Fall ist.

Von diesen originären Tönen, den ersten systolischen in den Ventrikeln, den zweiten diastolischen an den grossen Gefässen, leiten sich nun die in denselben Herzphasen an den anderen Ostien hörbaren ab. Von jeher galt dies für den zweiten Ton über den Ventrikeln (an der Herzbasis) und es hat in gleicher Weise für den ersten Gefässton an Aorta und Pulmonalis seine Giltigkeit. Auf Grund genauer Registrirung des zeitlichen Ablaufes und der Aufeinanderfolge der Herztöne hat man die hauptsächlich auch von *Bamberger* (s. pag. 669) vertretene Aufstellung eines besonderen ersten Gefässtons fallen lassen, welcher von der herzsystolischen Ausdehnung und Anspannung der Gefässwand sich herleiten sollte. Zeitlich fällt nämlich der Gefässton mit dem ersten Ventrikelton genau zusammen, muss also ein Abkömmling desselben sein. Als selbständiger, von der Ausdehnung des Gefässes herrührender Gefässton müsste er ein Zeitmoment hinter die Ventrikelsystole, jedenfalls in deren späteren Verlauf fallen, was eben nicht der Fall ist. Auch die unter normalen Verhältnissen geringe Intensität der beiden ersten Gefässtöne (s. pag. 672) spricht an sich mehr für einen abgeleiteten, als einen selbständigen Ton. Klinisch kann, wenn ein Gefässton besteht, z. B. bei Aortenklappeninsufficienz an der Carotis, dieser bis zur Herzbasis herab verfolgt und als mit dem ersten Ton zeitlich nicht zusammenfallend, auch andersartig lautend, festgestellt werden *(D. Gerhardt)*.

Bei dem normalen Rhythmus der Herztöne liegt über den Ventrikeln die Betonung auf dem ersten, über den grossen Gefässen umgekehrt auf dem zweiten Ton. Es schlagen also jeweils die originären Töne an Intensität vor. Wenn man über den Ventrikeln von trochäischem (–́ ◡), über den arteriellen Ostien von jambischem (◡ –́) Rhythmus zu reden pflegt, so ist damit nur der Accent gemeint, den die eine oder andere Hälfte des zweitheiligen Schalleindrucks erhält, und es soll nichts über die Länge oder Kürze, die „Quantität“ der beiden Töne ausgesagt sein. Soweit diese für das Ohr unmittelbar abmessbar erscheint,

so ist der erste Ton länger andauernd, zugleich dumpfer, als der höhere, oft nur kurz klappende zweite Ton, wobei im physiologischen Rahmen nicht unbeträchtliche Differenzen zuzulassen sind. Die Stärke, Intensität der Herztöne zu messen, ist schon vielfach versucht worden*, zum Theil mit recht ungeeigneten und unphysikalischen Mitteln. Den älteren Versuchen auf diesem Gebiete, *Hessler's* „Flötenstethoskop" (1876), *Möli's* comprimirbarem Kautschukschlauch (1878), *H. Möller's*, an ein *Möli*'sches Modell sich anlehnendes, aus winklig mit einander verbundenen Holzstäben bestehendes, mit (illusorischer) Theilung versehenem Instrument (1879) ist später das „Stethophonometer" von *K. Bettelheim* und *G. Gaertner*** gefolgt, welches zur „Intensitätsmessung der Auscultationsphänomene" dienen soll. Wenn das im ganzen handliche Instrument zur allmählichen Auslöschung aller möglichen, an Herz und Lunge vorkommenden Auscultationserscheinungen geeignet erscheint, so leistet es eben das nicht, worauf es ankommt, eine quantitativ abstufbare, vergleichende Messung der verschiedenen Schallstärken.

Meine weiter zurückreichenden Erhebungen in dieser Richtung (l. c. pag. 37) sind, wenn auch das schliesslich zur exacten Messung nöthig gewordene Instrumentarium trotz seiner principiellen Einfachheit — aufeinander gesetzte solide Kautschukpfröpfe von genau gekannter schallschwächender Wirkung — kein „klinisches" geworden ist, auf physikalische Grundlagen und sorgfältige Versuche gegründet und bieten direct vergleichbare Intensitätswerthe. Die Einheit des Schalls wird dargestellt durch ein Bleikügelchen von 1 Mgrm. Gewicht, das aus einer Höhe von 1 Mm. auf eine 2406 Grm. schwere Zinnplatte von 8·2 Mm. Dicke und beiläufig 22 Cm. Länge, 17 Cm. Breite fällt. Ein scharfes Ohr hört mit einem zwischen die Platte und das Ohr gestellten hölzernen Conductor noch geringere Intensität, als 1 Mgrm. aus 1 Mm. Höhe fallend. Das Mass der Schallstärke berechnet sich nach der empirisch gewonnenen Formel $p \cdot h^{0,59}$, wo p das Gewicht des Kügelchens, h die Fallhöhe bezeichnet. Für die an den üblichen vier Auscultationsstellen hörbaren acht Töne wurden gefunden als Intensitätswerthe für 36 gesunde, 4—50jährige Individuen, unter Angabe der beobachteten Maxima und Minima:

I. Ton an der Herzspitze (Bicuspidalis)	752	(993—429)
II. „ „ „ „	447	(592—260)
I. „ über der Aorta	234	(525—0)
II. „ „ „ „	513	(744—288)
I. „ „ „ Tricuspidalis	576	(863—384)
II. „ „ „ „	400	(592—168)
I. „ „ „ Pulmonalis	327	(570—90)
II. „ „ „ „	624	(884—384)

Der durchschnittlich stärkste Ton, der I. Bicuspidalton, ist also mehr als dreimal so stark als der schwächste, der I. Aortenton.

Unter Intensität ist bei den mitgetheilten Zahlen der Schall verstanden, wie er sich als complexes Ganze darbietet, wobei es für die

* Siehe darüber meine pag. 658 angeführte Monographie, 1885, pag. 2 ff.

** Wiener klinische Wochenschrift, 1892, Nr. 44.

Auslöschung der Töne bis zur Unhörbarkeit von einer gewissen Bedeutung sein mag, ob sie ursprünglich mehr dumpf oder hell klingen, langgezogen oder kurz erscheinen.

Soweit die unmittelbaren Gehörseindrücke bei der Auscultation in Betracht kommen, unterscheiden sich die hauptsächlichsten Töne auch durch ihren „Charakter". Dass die Art ihrer Entstehung (s. o.) hierbei von Bedeutung sein könnte, ist eine naheliegende Annahme. Ohnedies sind die I. Töne länger hingezogen, ausdauernder, zumal bei niedriger Pulsfrequenz, als die klappenden Töne der Semilunares. Diese selbst wieder sind unter sich verschieden: der II. Pulmonalton ist dumpf und tief, weniger scharf begrenzt gegenüber dem helleren, höher und reiner klingenden II. Aortenton, welcher auch einen grösseren Auscultationsbezirk noch in das Gebiet des rechten Herzens hinüber einnimmt, verglichen mit dem auf ein engeres Auscultationsgebiet beschränkten II. Pulmonalton (*R. Ewart**, *Heitler***).

Ueber die übliche Auscultationsstelle der einzelnen Klappen mag die nachfolgende kleine Uebersicht orientiren, wobei die wahre anatomische Lage daneben gesetzt ist.

Auscultationsstelle		Anatomische Lage.
Bicuspidalis	Stelle des Herzstosses	Schliessungsrand der Klappe gegenüber dem III. linken Rippenknorpel
Tricuspidalis	V. — VI. Rippenknorpel und anliegender Theil des Brustbeines	Sternalende des III. linken Intercostalraums bis zum V. rechten Rippenknorpel
Pulmonalklappen	II. linker Intercostalraum dicht neben dem Brustbein	Etwa $1^1/_2$ Cm. von der vorderen Brustwand entfernt, hinter dem Ansatz des III. linken Rippenknorpels an das Brustbein; nicht so selten Variationen der Lage
Aortenklappen	II. rechter Intercostalraum neben dem Brustbein	Höhe des III. Intercostalraumes, nach hinten, abwärts und rechts vom Pulmonalostium, etwa 4 Cm. hinter dem Brustbein

Es können also nur die Klappen des rechten Herzens, Tricuspidalis und Pulmonalklappen, in möglichster Nähe ihres anatomischen Sitzes auscultirt werden, was für die Bewerthung bezw. Schätzung der ursprünglichen Intensität der Schallerscheinungen in Rechnung zu nehmen ist. Da wir allerdings über Schallleitungs- bezw. Dämpfungsvermögen der zwischen den Klappen und der Auscultationsstelle liegenden Schichten so gut wie nichts wissen, auch vielfach falsche Vorstellungen über dieselben haben — ein luftleeres (solides) Organ stellt beispielsweise keineswegs einen besonders guten Schallleiter dar — so dürfte eine halbwegs sichere Beurtheilung der in Frage kommenden Verhältnisse nicht wohl möglich sein.

* The Lancet 1894, 6. October.

** Wiener klinische Wochenschrift, 1894, Nr. 50.

Die Lebensalter beeinflussen auch bis zu einem gewissen Grade die Auscultationsstelle der Klappen, insofern im jugendlichen Alter, etwa bis zum 7. Jahre, soweit eben der Herzstoss einen Massstab abgibt, das Herz noch eine verhältnismässig höhere Lage einnimmt, wogegen die höheren Altersstufen häufig einen relativen, vielfach durch geringes Lungenemphysem bewirkten Tiefstand aufweisen.

Veränderungen in der Stärke der Herztöne

kommen in verschiedenartiger Weise vor, in der Hauptsache als mehr oder minder deutliche quantitative Aenderung im Sinne der Verstärkung oder Abschwächung. Bei der verhältnismässig grossen Differenz, welche die normalen Herztöne in physiologischer Breite (s. pag. 672) darbieten, können nur die markirteren Veränderungen in's Plus oder Minus in Betracht kommen, oder etwaige Veränderungen, welche sich bei wiederholter Untersuchung oder fortlaufender Beobachtung eines und desselben Individuums ergeben. So kommt zunächst Verstärkung des I. Tons an der Herzspitze mehr physiologisch vor, indem Kinder mit flacher und dünner Brust, verglichen mit dem Erwachsenen, im allgemeinen stärkeren Ton aufweisen. Für den Neugeborenen habe ich z. B. bei einem 4 Stunden alten Knaben den Werth 747 (l. c. pag. 92), ganz entsprechend dem Durchschnittswerth des Erwachsenen, freilich bei anderen Neugeborenen geringere Werthe, 612 bis herab zu 288, gefunden. Bei der Kleinheit des kindlichen Herzens wird man, soweit die sich anspannende Ventrikelwand als schwingende Gesammtmasse in Betracht kommt (s. pag. 670), für gewöhnlich keine allzu grosse Intensität des Tons, jedenfalls bei körperlicher Ruhe erwarten. — Stärkere, am kräftigeren Herzstoss sich äussernde Erregung des Herzens infolge körperlicher Anstrengung oder psychischer Aufregung kann den ersten Herzton vorübergehend verstärken*, wozu noch Fieber als herzerregendes Moment zu rechnen ist. — Die habituell erregte Herzaction bei Morbus Basedowi oder auch bei der paroxysmalen Tachykardie kann, muss aber nicht mit verstärktem I. Ton einhergehen. Die Hypertrophie des noch kräftigen und leistungsfähigen (nicht degenerirten) linken Ventrikels, z. B. bei Granularatrophie der Nieren, bei Arteriosklerose u. s. w., bewirkt nicht so selten lauten Ton. Bei der bei Chlorose und hochgradiger Anämie überhaupt *(A. Weil)* zu beobachtenden Verstärkung spielt die infolge der Retraction der Lungenränder bei minder ergiebiger Athmung eintretende, umfangreichere Entblössung des Herzens eine Rolle, wobei das in grösserer Fläche freiliegende Herz, da auch die Abdämpfung durch die Lunge mehr oder weniger wegfällt, vielleicht auch eine leichtere und ergiebigere Fortleitung der Töne nach aussen gestattet.

Eine besondere Erklärung erfordert der bei (reiner) Bicuspidalstenose zuweilen zu beobachtende abnorm laute I. Ton an der Herzspitze. In einem Fall eigener Beobachtung bei einem 28jährigen Weber (l. c. pag. 116) habe ich bei schon $7^1/_2$ Jahre bestehender typischer Bicu-

* So habe ich (l. c. pag. 98) bei einem 16jährigen Epileptiker vor einem Anfall an der Herzspitze den Werth 474 constatirt, unmittelbar nach dem während der Untersuchung eintretenden Anfall 789, also Verstärkung um fast zwei Drittel.

spidalstenose eine Intensität von mehr als 933, also weit über den Durchschnittswerth von 752 hinausgehend, beobachtet. Entsprechend der üblichen und allgemein angenommenen Erklärung *Traube's**, wonach Anfangs- und Endspannung der Bicuspidalklappe am Ende der Diastole gegenüber der vollendeten Systole im (habituell) wenig gefüllten linken Ventrikel eine bedeutende Differenz zeigen und somit eine starke additionelle Spannung der Klappe bedingen müssen, kann, ganz in gleichem Sinn, die rasche und ergiebige Anspannung der ganzen Ventrikelwand (s. pag. 670) zu einer nennenswerthen Verstärkung des I. Tones führen.

Verstärkung als Resonanzerscheinung kommt überall da in Frage, wo irgend ein nicht zu kleiner, glattwandiger, im richtigen Mass der Spannung befindlicher Hohlraum dem Herzen an- oder so nahe liegt, dass er dessen Töne noch beeinflussen kann. Verhältnismässig selten ist der Magen als ein solcher Resonanzraum abgestimmt und bei seinen wechselnden Spannungsverhältnissen meist nur ganz vorübergehend; sonst kommen die übrigens seltene Luftansammlung im Herzbeutel, das Pneumopericardium, und dann namentlich auch dem Herzen anliegende grössere Lungencavernen in Frage. Die Resonanz ist manchmal eine sehr prägnante, so dass deutliche Klänge, „klirrende“ Herztöne — cliquetis métallique von *Corvisart* und *Laënnec* — entstehen; noch ausgesprochener wird sie zur eigentlich metallischen Resonanz, wie sie bei Lungencavernen, Pneumopericardium, bei aufgetriebenem, aber doch nur mässig gespanntem Magen und bei Meteorismus der Därme vorkommt. Von *Riess* ist sie auch bei Verwachsung des Herzens mit dem Herzbeutel beobachtet worden, selbstverständlich ohne etwas Charakteristisches für dieselbe zu sein.

Aetiologisch und diagnostisch enger begrenzt ist die Verstärkung des zweiten Pulmonaltones, die als sogenannte „Accentuation“ seit *Skoda's* Zeit eine Rolle spielt und einen Hinweis auf die Spannung der Blutsäule in der Pulmonalarterie, beziehungsweise dem kleinen Kreislauf überhaupt gibt. So findet man sie als charakteristisches, für eine abgerundete Diagnose zu forderndes Zeichen bei entwickelten (organischen) Klappenfehlern (Insufficienz oder Stenose mit passiv gehemmtem Abfluss des Blutes) an der Bicuspidalis unter der Voraussetzung, dass die eine vermehrte Spannung des Blutes im kleinen Kreislauf bewirkende vermehrte Arbeitsleistung des rechten Herzens thatsächlich besteht, was erst nach eingetretener Hypertrophie des rechten Ventrikels statthaben kann. Es ist demnach eine ausgesprochene Accentuation des zweiten Tones (Pulmonaltones) nur möglich bei entsprechender Leistungsfähigkeit des rechten Ventrikels und fehlt demgemäss in typischer Weise, ehe eine compensatorische Hypertrophie (und Dilatation) entwickelt ist, oder wenn die Ventrikelleistung infolge secundärer Degeneration des hypertrophischen Ventrikels erheblich nachlässt. Weiters führen eine ganze Reihe von Affectionen der Lunge, welche die Widerstände im kleinen Kreislauf erhöhen, zur Accentuation: Lungenemphysem (wobei freilich die Verstärkung durch starke Ueberlagerung der Lunge verschleiert sein kann), ausgedehntere Infiltration

* Gesammelte Abhandlungen II, pag. 449. — Vergl. hierzu auch *A. Weil*, Centralblatt für klinische Medicin, I. Jahrgang, 1881, pag. 66.

und wiederum stärkere Schrumpfung (bei Cirrhose nach interstitieller Pneumonie) oder Compression durch grösseres pleuritisches Exsudat. Auch im Verlauf der Pericarditis ist Accentuation beobachtet *(A. S. Warthin)**, was auch ohne Annahme der Deutung** *Warthin's* weniger auffallen wird, als die von *J. Mannaberg**** betonte, nicht ohne weiteres erklärbare Häufigkeit der Verstärkung bei Perityphlitis.

Eine Verstärkung des zweiten Aortentones, zuweilen von klangartigem Charakter findet man bei (Arterio-) Sklerose der Aorta.

Abschwächung der Töne, in den ausgesprochensten Fällen bis zur Unhörbarkeit wird beobachtet:

bei Perikarditis mit reichlicherem Exsudat und bei der Insufficienz der Aortenklappen für den ersten Bicuspidalton. Für die Perikarditis kommt directe Abdämpfung durch das Exsudat in Betracht, bei der Aortenklappeninsufficienz wird der erste Ton in dem diastolisch prall gefüllten Ventrikel wegen minder starker Anspannung der (Klappen und) Ventrikelwand schwächer ausfallen, wozu die gegentheiligen Bedingungen bei der Bicuspidalstenose zu vergleichen wären (s. pag. 674).

Der zweite Aortenton zeigt bei Stenose und Insufficienz der Bicuspidalis und bei Aortenstenose wegen geringerer Füllung des Gefässes und demgemäss minder energischen Klappenschlusses Abschwächung;

in analoger Weise der zweite Pulmonalton bei Stenose und Insufficienz der Tricuspidalis, dann aber auch noch bei Stenose der Pulmonalis.

Von mehr allgemeinen Momenten, welche die Herztöne schwächer erscheinen lassen, seien erwähnt, ausser der Schwäche der Herzthätigkeit überhaupt, alle zur Abdrängung des Herzens von der Brustwand führenden pathologischen Veränderungen, emphysematöse Aufblähung der Lunge, die, auch mehr local und auf die Herzgegend beschränkt, solche Wirkung haben kann; dann namentlich auch pleuritische und, wie erwähnt, pericardiale Exsudate, wobei die im Laufe der Beobachtung wechselnde Stärke der Töne einen (ungefähren) Massstab für die Grösse des Ergusses oder auch die Wirkung einer vorgenommenen Punction abgeben kann. So habe ich (l. p. 658 c. p. 117/8) in einem leider nur vorübergehend beobachteten Fall von perikarditischem Erguss bei einem 9jährigen Knaben den ersten Ton an der Herzspitze zuerst 240, drei Tage später nach Zunahme des Exsudates blos noch 192 gefunden; auch andere Werthe waren vermindert, so der zweite Aortenton. Dagegen war der II. Pulmonalton etwas stärker geworden.

Vervielfältigung der Herztöne.

Man redet von Verdopplung der Herztöne, wenn die beiden Theile des aufgelösten Tons durch eine merkbare kleine Pause getrennt sind, von Spaltung, wenn sie zwar enger verbunden sind, aber doch noch eine Trennung erkennen lassen. Bezüglich des Gesammtrhythmus

* Medical News 1895, April 13. — Ref. Centralbl. f. inn. Medicin, 1896, pag. 50.
** *Warthin* nimmt bessere Leitung durch das an der Herzbasis angesammelte Exsudat an.
*** Centralbl. f. innere Medicin, 1894, pag. 209.

und Taktes sind dann die beiden Theile zusammengenommen wieder mit dem anderen vollen Ton zu vergleichen. Spaltung der Töne kann schon durch vorübergehende Steigerung des Blut- bezw. Aortendrucks infolge von körperlicher Anstrengung hervorgerufen werden. In dem stärker gespannten Gefäss kommen die halbmondförmigen Klappen ein Zeitmoment früher zum tönenden Schluss. Auch die Respiration wirkt auf den Klappenschluss ein; im allgemeinen beschleunigt die Ausathmung den Klappenschluss der Bicuspidalis gegenüber dem der Tricuspidalis, die Einathmung den Schluss der Klappen der Pulmonalarterie gegenüber dem der Aorta *(Gerhardt)*. Dies würde zu einer Spaltung des ersten Herztons führen, die aber, wie angenommen werden muss, auch durch incongruente Muskel- und Klappenfunction beider Ventrikel bei fettiger Degeneration des Herzens und Myocarditis bewirkt werden kann. Auch selbständiges Tönen der Vorhöfe soll vor dem Ventrikelton sich einschieben und zur Spaltung und Verdopplung des ersten Tons führen können, wie sie *D. Gerhardt** namentlich auch während der das Herz von Lunge frei lassenden Exspiration (nicht aber der Inspiration) bei anämischen und nervösen Personen, dann aber auch bei kräftigen Männern mit guter Herzaction, aber leicht verdickter Arterienwand häufig beobachten konnte. Einigermassen gezwungen erscheint die Erklärung der Spaltung aus ungleichzeitiger Anspannung der einzelnen Klappenzipfel oder aus absatzweise erfolgender Contraction des einen Ventrikels. Bei beträchtlicherer Stenose der Bicuspidalis wird verhältnismässig häufig eine Spaltung des zweiten Tons beobachtet. Ist sie über der Pulmonalarterie am deutlichsten, so kann sie sich aus dem in der stärker gespannten Blutsäule der Arterie früher erfolgenden Klappenschluss erklären, wo die Verdopplung aber am ausgesprochensten über der Bicuspidalis gehört wird, so dass drei ziemlich gleichwerthige Töne (oder z. Theil Geräusche) auscultirt werden, mag die neuerdings mehr beliebte Erklärung *Neukirch's* (früher schon *Potain's*) platzgreifen, dass der überfüllte linke Vorhof gegen die an ihren Rändern verwachsene Bicuspidalklappe andrängend einen „präsystolischen" (bezw. in das Ende der Diastole fallenden) Ton erzeugt, der aber leicht durch Anregung der Herzaktion in ein Geräusch übergeführt werden kann. Ein derartiger Rhythmus mit drei selbständigen Tönen gehört mehr in das Gebiet des Galopprhythmus, eines ausgesprochenen Dreitaktes, häufig von anapästischem Rhythmus (⏑ ⏑ –́) und über einen grösseren Theil des Herzens hörbar. *Potain*, der ihm eine besondere Bedeutung für Nierenaffectionen (Schrumpfniere und acute Nephritis) beilegen wollte, erklärt den überzähligen Ton theils durch das diastolische Einströmen des Blutes in einen zuvor schlaffen, passiv plötzlich gespannten Ventrikel, theils durch das präsystolische passive Anspannen der Ventrikelwand bei der energischen Vorhofscontraction. Uebrigens kommt das Phänomen bei allerlei acuten und chronischen, mit Herzschwäche einhergehenden Krankheiten vor, andererseits auch bei aufgeregter Herzaction bei Gesunden, bei Morbus Basedowi u. s. w. Embryokardie wird nach *Huchard* ein noch nicht befriedigend erklärter, eigenartiger, dem fötalen Leben entsprechender Rhythmus der Herzaction genannt,

* Ueber Entstehung und diagnostische Bedeutung der Herztöne. Leipzig 1898, pag. 9/1217. (*Volkmann's* Sammlung klin. Vorträge, N. F., Nr. 214. Innere Medicin Nr. 64.)

wobei der erste und zweite Herzton gleich laut und in gleichen Intervallen sich folgend gehört werden. Meist ist er mit vermehrter Frequenz der Herzpulse (Pyknokardie) verbunden und zeigt eine schwere, prognostisch ungünstige Schädigung des Herzens an. Im weiteren Sinne ist die Embryokardie zu dem pendelartigen Rhythmus der Herztöne mit durchweg gleichen Intervallen in der Reihenfolge der einzelnen Töne zu rechnen. Der hauptsächlich auch bei erhöhter Spannung im Arteriensystem, z. B. bei Nephritis, zu beobachtende Pendelrhythmus ist von *Pawinski* aus einer Verlängerung der systolischen Verschlusszeit erklärt worden, weil bei dem erhöhten Arteriendruck die Eröffnung der Semilunarklappen etwas längere Zeit in Anspruch nimmt.

Die Herzgeräusche und ihre Entstehung.

Es ist eine ausgemachte Sache, dass die Entstehung eines Geräusches in einer strömenden Flüssigkeit von einer gewissen Geschwindigkeit der Strömung abhängig ist und dass das die Flüssigkeit umschliessende und begrenzende Material insofern von Bedeutung ist, als in biegsamen und ausdehnbaren Röhren (wohin auch die Blutgefässe i. w. S. gehören) ceteris paribus ein Geräusch leichter und bei geringerer Stromgeschwindigkeit entsteht, als in starren *(Th. Weber)*. Die mit dem Druck der Flüssigkeit sich ändernde Spannung des Rohrs (Blutgefässes) hat wenig Einfluss auf das Geräusch, wofern die Strömungsgeschwindigkeit die gleiche bleibt; dagegen begünstigen Rauhigkeiten das Zustandekommen der Geräusche. — Ein für die physikalische Diagnostik besonders wichtiger Factor ist die Erzeugung der Geräusche an Stellen plötzlicher Lumensänderungen, sei es Verengerung oder Erweiterung. Zugleich mit den stehenden Schwingungen der Röhrenwand entstehen, auch im Versuche (Lykopodium!) sichtbar zu machende, Wirbelbewegungen der Flüssigkeit, welche aber nicht ausschliesslich und einseitig als Ursache der Geräusche ausgegeben werden dürfen. Es ist hervorzuheben, dass die erwähnten Querschnittsänderungen erst von einem gewissen Betrage an sich geltend machen, weshalb am Ostium venosum dextrum bei besonders starker, die Querschnittsdifferenz ausgleichender Dehnung desselben und bestehender (relativer) Insufficienz der Tricuspidalis das Geräusch unter Umständen fehlen kann *(Dieulafoy)*. Da die Geräusche, um überhaupt zustande zu kommen, einen gewissen Druck der Flüssigkeit voraussetzen (s. o.), so verschwinden sie bei stark nachlassender Herzkraft, zumal gegen Ende des Lebens, was wiederholt schon „Heilung" von Herzfehlern vorgetäuscht hat.

Einen gewissen Antheil am „Geräusch" kann auch nach den früheren (pag. 670) Auseinandersetzungen über das Zustandekommen der Herztöne die mangelnde oder verminderte Schwingungsfähigkeit einer organisch veränderten, geschrumpften oder starr gewordenen Klappe beanspruchen. Freilich die prononcirten, lang sich hinziehenden lauten Geräusche werden sie wohl kaum direct veranlassen; da aber eine mangelhaft schliessende Klappe allerlei abnorme Communicationen schafft, so dass das strömende Blut bei gehörigem Druck durch verschiedene Querschnitte nacheinander hindurchgepresst wird, so ist die veränderte Schwingungsfähigkeit der Klappe, sei es, dass sie mangelhaft sich

schliesst (Insufficienz) oder ungenügend sich öffnet (Stenose), in zweiter Linie auch am Zustandekommen des Geräusches betheiligt. Die im wesentlichen den Herzklappenfehlern eigenthümlichen, oft recht lauten („endokardialen", s. u.) Geräusche von sehr verschiedenartigem Charakter sind bald mehr weich, blasend, bald rauher, sägend, feilend, pfeifend, ohne dass es möglich wäre, aus dem Charakter des Geräusches als solchem Schlüsse auf den anatomischen Zustand der Klappen oder die an ihnen eingetretenen geweblichen Veränderungen zu machen. Rauhere Geräusche brauchen nicht ohneweiters, wie man früher gerne annahm, auch rauheren Klappen und Ostien zu entsprechen, da (s. pag. 678) der Druck des strömenden Blutes und vermuthlich auch die Art des Anstieges und wiederum des Abfalls desselben bestimmend auf den Ablauf des Geräusches ist. Im allgemeinen geben stärker gespannte Membranen, unter Umständen blos frei flottirende, abgerissene, vorübergehend in ein Ostium eingeklemmte Sehnenfäden lauter klingende Geräusche, aber auch hier darf keineswegs generalisirt werden.

Bei der oft schwierigen Unterscheidung, ob ein gegebener Schalleindruck noch als vielleicht „unreiner" Ton oder schon als Geräusch zu bezeichnen sei, spielt das subjective Ermessen eine grosse Rolle. Nicht zu vergessen ist, dass, was jetzt noch als Ton aufgefasst werden muss, im nächsten Augenblick in ein leichtes Geräusch übergeführt sein kann. Manchmal ist deutlich schwaches Geräusch neben Ton zu hören, was bei der Annahme einer gemischten Genese des Tons (s. pag. 670) nicht auffällig sein dürfte, oder das Geräusch ist dem Ton wie angehängt, jedenfalls erst deutlich werdend mit Aufhören des Tons.

Unterscheidung der Herzgeräusche überhaupt.

Je nachdem die Entstehung der Herzgeräusche in die Herzhöhlen, bezw. an den Klappenapparat des Herzens oder auch die innere Wand desselben zu verlegen ist, oder aber ausserhalb desselben im Herzbeutel oder dessen Nachbarschaft zu suchen ist, spricht man von endokardialen (eigentlichen Herz-) Geräuschen oder exokardialen (parakardialen, *Sahli*) Geräuschen.

Besonders laute, schon auf einige Entfernung ohne Stethoskop hörbare Geräusche werden auch wohl als Distanzgeräusche bezeichnet, als welche von endokardialen Geräuschen angeführt sein mögen beispielsweise: das laute, langgezogene systolische (gelegentlich ein Aortenaneurysma vortäuschende) Geräusch bei Aortenstenose und das neben einem regurgitirenden Geräusch hörbare „singende diastolische Distanzgeräusch" *(Grödel)** bei relativer Insufficienz der Aortenklappen, welches durch starke Dilatation der Aorta bei zarten schwingungsfähigen, aber das Ostium nicht völlig abschliessenden Klappen erzeugt wird.

So hat, um ein neueres Beispiel anzuführen, *J. R. Fuller*** bei einem 15jährigen Mädchen zwischen 1. und 2. Ton ein auf 12′ (= 3,66 Meter) und weiter hörbares Geräusch beobachtet.

---

* Berliner klinische Wochenschrift, 1884, Nr. 16.
** The Lancet, 4. April 1896.

Pseudoendokardial nennt *O. Rosenbach* gewisse laute, auch musikalisch klingende, mit dem Herzrhythmus zusammenhängende Herzlungen- und Venengeräusche der Vena jugularis dextra oder Vena anonyma.

Die exokardialen Geräusche zerfallen nach der Art ihrer Entstehung wieder in mehrere, diagnostisch freilich nicht immer leicht auseinander zu haltende Unterabtheilungen. Da sie ein entzündlich verändertes, rauhes Perikard voraussetzen, so können sie auch als perikarditische bezeichnet werden, die wieder in eigentlich perikarditische, ausschliesslich in (und am) Herzbeutel entstehende, sogenannte intraperikardiale und in extraperikardiale (pleuroperikardiale, pseudoperikardiale) zerfallen. Einen Unterschied zwischen den perikarditischen und den extraperikardialen will man darin finden, dass erttere mehr durch die Herzaction, die extraperikardialen eher durch die Athmung beeinflusst werden; die Localisation der ersteren ist mehr das Gebiet der (kleinen) Herzdämpfung, dasjenige der extraperikardialen greift weiter hinaus. Anhalten des Athems (am Ende tiefer In- oder Exspiration) pflegt blos die extraperikardialen Geräusche im Sinne der Abschwächung oder Aufhebung zu beinflussen, nicht aber die eigentlich perikarditischen, welche im Gegentheil, durch den *Valsalva*'schen Versuch z. B., meist verstärkt werden.

Reibung von Herz auf Zwerchfell kann perikardiaco-diaphragmale Reibegeräusche zustande bringen.

Endlich ist der Fall zu erwähnen, dass bei unversehrtem Herzbeutel synchron mit der Herzaction pleuritische Reibegeräusche hervorgerufen werden. — *Weil's* kardio-pleuritische Geräusche.

Unterscheidung zwischen endo- und exokardialen Geräuschen.

Zunächst gibt der unmittelbare akustische Eindruck einen leidlich sicheren, freilich nicht untrüglichen Massstab ab. Die endokardialen Geräusche haben einen blasenden, hauchenden, rauschenden, pfeifenden, feilenden u. s. w. Charakter, die exokardialen sind, ganz allgemein gesagt, mehr rauh, reibend, anstreifend — sogenannte „Reibegeräusche", welche auch mehr oberflächlich, dem Ohr näher entstehen, anders in den Thorax hinein projicirt werden als die endokardialen. — Neben den exokardialen Geräuschen können sich bei unversehrtem Klappenapparat normale Herztöne finden, wie sie auch gerade da am stärksten sein können, wo keine Klappen liegen und auskultirt werden. Schwächere exokardiale Geräusche verbreiten sich nicht mit dem Blutstrom, überhaupt nie so weit wie die endokardialen, die über das Gebiet der Herzdämpfung hinausgehen. Während die endokardialen Geräusche an Systole und Diastole gebunden sind, ist dies bei den exocardialen nicht der Fall, welche im Gegentheil sich oft zwischen beide hineinschieben. Die exokardialen zeichnet eine gewisse Veränderlichkeit aus, sie kommen und verschwinden wieder und so zeigen sie, auch wenn sie für das Gefühl (frottement, affrictus) sich bemerkbar machen, den mehr continuirlichen endokardialen gegenüber häufigen Wechsel. Die gewöhnlichen Klappengeräusche (aber nicht die auf chronischer Myokarditis beruhenden) sind bei horizontaler Lage am deutlichsten, welche *Azoulay* durch

gleichzeitige Erhebung der Ober- und Unterextremitäten — position élevée — noch mehr hervorhebt, häufig mit dem Effect einer Verstärkung des endokardialen Geräusches.* Andererseits begünstigt aufrechte und vornübergebeugte Haltung, ebenso wie die linke Seitenlage, wegen stärkeren Andrückens des Herzens an die Brustwand die exokardialen Geräusche.

Nur von den bei sich entwickelnder Insufficienz der Aortenklappen hörbaren (diastolischen) Geräuschen wird angegeben *(Gerhardt)*, dass sie blos im Stehen, nicht aber im Liegen, vorhanden seien, da die Regurgitation des Blutes in den linken Ventrikel durch die aufrechte Haltung begünstigt werden muss. Die Athmung, zunächst die Inspiration, wirkt verschieden auf beide Arten von Geräuschen, verstärkt die exokardialen, verschwächt die endokardialen; der *Valsalva*'sche Versuch hinwiederum — kräftige Ausathmungsbewegung bei geschlossener Glottis und Nase nach vorausgegangener tiefer Inspiration — schwächt durch Zunahme des intrathoracischen Druckes und anschliessende Verminderung der Blutzufuhr zum Herzen die endokardialen Geräusche bis zum Verschwinden ab, am rechten Herzen rascher als am linken; perikardiale Geräusche dagegen werden verstärkt, da die inspiratorisch geblähte Lunge auf Herz und Herzbeutel einen Druck ausübt.

Zuweilen kann ein mit dem Stethoskop auf die Herzgegend geübter (mässiger) Druck das exokardiale Geräusch durch Anpressen der Brustwand an den Herzbeutel verstärken, während die endokardialen eher eine Abschwächung erfahren, wie manche annehmen durch eine gewisse Behinderung der Bewegung des Herzens.

Herzgeräusche ohne anatomische Veränderungen der Klappen.

Vielfach unter den theilweise recht wenig zutreffenden Bezeichnungen „accidentell, anorganisch, anämisch, temporär" zusammengefasst, auch wohl mit dem dehnbaren Schlagwort „functionell" kurz abgethan, werden die hieher gehörenden Geräusche, wie es auch *Sahli* (l. c. pag. 278) befürwortet, am besten nach theoretischen und auch praktisch richtigeren Gesichtspunkten in zwei Hauptgruppen eingetheilt:

a) Die functionellen Herzgeräusche. Im Princip sind sie, genau genommen, auch nichts anderes als die unter dem Namen der organischen Herzgeräusche laufenden, den eigentlichen („anatomischen") Herzklappenfehlern zukommenden Geräusche. Es handelt sich gerade wie bei diesen um Geräusche, wie sie bei mangelhafter Function der Klappen durch unvollständigen Schluss, seltener wohl durch zeitweilig ungenügende Eröffnung derselben (also relative Stenose) zustande kommen. Nur das Geräusch begünstigende Moment, welches in den anatomisch veränderten Klappen oder am Endokard durch Rauhigkeiten, Excrescenzen und Vegetationen aller Art und Form gegeben ist, fällt weg. Im übrigen gibt es kein das functionelle Geräusch vom „organischen" genugsam unterscheidendes Merkmal, wenn man auch zugeben darf, dass die eigentlich rauhen, rauschenden Geräusche meist

---

* Vergl. hierzu die bildlichen Darstellungen *W. Gordon's*, Artikel „Posture and heard murmurs", British medical Journal, 1903, March 15.

nicht ihm zugehören, aber andererseits betont werden muss, dass auch sehr weiche und selbst hauchende Geräusche (leichteren) organischen Klappenfehlern zukommen können. Eher ist der Umstand bedeutungsvoll, dass die functionellen Geräusche sich ändern, mit Hebung der den Klappenmechanismus störenden Ursache gänzlich verschwinden können, dies umsomehr, als manche solcher Geräusche lediglich „musculären Insufficienzen“ entsprechen, wobei also die Musculatur des Herzens, insbesondere auch die Papillarmuskeln, die zum Klappenschluss nöthige energische Contraction nicht mehr auszuführen vermögen. Es genügt, an die Degenerationsprocesse im Herzfleisch im Gefolge von acuten Krankheiten (Typhus, Pocken) oder von chronischen Affectionen (Chlorose u. a.) zu erinnern.

Folgerichtig müssten auch die unter dem Namen der „relativen Insufficienzen“ geführten Störungen im Klappenmechanismus als „functionelle“ Geräusche anerkannt werden. Denn gerade bei ihnen sind die Klappen intact, zuweilen sogar fast über das normale Mass hinaus leistungsfähig, da sie durch Dehnung und Streckung den Schaden bis zu einem gewissen Grade auszugleichen vermögen. Mindestens müsste man den von der allerdings auch vielfach bestrittenen, vorübergehenden Dehnung der Ostien herrührenden „relativen“ Insufficienzen, wie sie durch zeitweilige Ueberfüllung der Herzhöhlen und Gefässe, durch Anstrengung u. s. w. sollen hervorgerufen werden können, „functionelle“ Geräusche zuerkennen. Davon macht strenge genommen die im Anschluss an Bicuspidalklappenfehler sich entwickelnde relative Insufficienz der Tricuspidalklappen keine Ausnahme und gerade an ihr kann der „temporäre“ Charakter des Klappenfehlers oft genug wahrgenommen werden, bis endlich der Zustand der dauernden und zunehmenden Insufficienz ihn (symptomatisch) mehr den Klappenfehlern anreiht, in deren Gefolge wir ihn sehr viel häufiger, denn als selbständigen Klappenfehler beobachten.

Demnach müssten wir als „functionell“ alle diejenigen Geräusche bezeichnen, welche bei anatomisch unversehrtem Klappenapparat lediglich durch ungenügendes Spiel der Klappen hervorgerufen werden, gleichgültig, ob die Störung wie meistentheils muskulärer oder etwa wie bei Chorea nervöser Natur ist.

b) Die accidentellen Geräusche i. e. S. müssten nach dem Vorhergehenden viel enger umgrenzt werden, als dies bisher geschehen ist. Freilich ist es nicht leicht zu sagen, welche Geräusche dann noch als eigentlich accidentelle übrig bleiben sollen. Akustisch sind sie von den andersartigen unmittelbar nicht zu unterscheiden, und es sind andere Erwägungen, welche sie eben als eigenartige, accidentelle erscheinen lassen. Derartige Geräusche sind hauptsächlich über dem linken Ventrikel und namentlich auch über der Pulmonalarterie zu hören, sehr viel seltener über anderen Herztheilen und fast stets systolisch (s. übrigens u.). Am häufigsten sind sie bei fieberhaften Zuständen, bei Anämie (ohne dass damit die Bezeichnung „anämisches Geräusch“ allgemein zu empfehlen wäre), bei allgemeiner Schwäche und Darniederliegen der Functionen. Dass bei diesen accidentellen Geräuschen sonstige consecutive Veränderungen am Herzen, wie sie den eigentlichen Klappenfehlern auch als diagnostisch bedeutsamer Folgezustand zukommen, fehlen, ist hervorzuheben. Auch bei Atherom

kommen an der Aorta, ferner an der Herzspitze accidentelle Geräusche vor. *Sahli* (l. c. pag. 297) möchte die (systolischen) accidentellen Geräusche aus rascherer Entleerung des Ventrikels bei gleichbleibendem Füllungsgrad oder aus grösserem Schlagvolum bei gleichbleibender Austreibungszeit und vermehrter diastolischer Füllung erklären. Die erhöhte Strömungsgeschwindigkeit wäre also das Massgebende und eine solche könnte ganz wohl bei verschiedenen Zuständen, in welchen accidentelle Geräusche erfahrungsgemäss vorkommen, also bei vorübergehend beschleunigter Herzthätigkeit, bei Fieber, bei Anämie angenommen werden. Man könnte in dieser beschleunigten Stromgeschwindigkeit sogar einen Compensationsvorgang, ein Ausgleichsbestreben des Organismus, erblicken. Die früher (pag. 678) erörterten physikalischen Vorbedingungen für das Zustandekommen von Geräuschen in Flüssigkeiten, welche unter bestimmtem, nicht zu geringem Drucke strömen, kämen hier in Frage. Verminderung der Widerstände im arteriellen System, erniedrigter Blutdruck würden begünstigend wirken.

Selten, aber immerhin gelegentlich vorkommend, sind diastolische accidentelle Geräusche, freilich nur bei besonders schweren Anämien unter 25% Hämoglobin. Bei sorgfältiger Stethoskopirung lässt sich bei einzelnen nachweisen, dass sie nichts anderes darstellen als den diastolisch verstärkten Antheil eines am Halse besonders starken Nonnengeräusches *(Sahli)*. Doch scheinen auch andere, über dem ganzen Herzen hörbare vorzukommen, welche im Herzen ausschliesslich entstehen ohne Zusammenhang mit einem Venengeräusch.

Localisation der Herzgeräusche nach den einzelnen Klappen, Art ihrer Fortpflanzung, akustische Diagnose der Klappenfehler.

Im allgemeinen sind bei den Klappen die für die Auscultation der Töne massgebenden Stellen (s. pag. 673) auch für die an den Klappen entstehenden Geräusche gültig und da, wo jeweils nur ein Geräusch vorhanden ist, wird es zumeist auch nicht schwierig sein, die Klappe, der dasselbe zugehört, zu bestimmen. Verwickelter wird die Sache, wenn an verschiedenen Ostien entstehende Geräusche mit ihren Auscultationsgebieten in einander übergreifen, sich sozusagen überkreuzen, demnach an einem und demselben Punkt mehrere Geräusche, verschieden an Intensität und Charakter, zu hören sind. Nach der herrschenden Regel ist für jedes der Geräusche die Stelle seines Punctum maximum zu ermitteln, was meist summarisch so geschieht, dass man zunächst an den üblichen Auscultationsstellen untersucht und dann weiter entscheidet, ob das Geräusch an entfernterer Stelle mit Annäherung an das Auscultationsgebiet einer anderen Klappe schwächer wird. Dabei ist es nicht immer leicht, selbst für den Geübten, geringe Abnahme der Gesammtintensität eines complexeren Geräusches mit Sicherheit festzustellen und so muss gewöhnlich eine von der maximalen Intensität ziemlich entfernte Stelle gewählt werden, um den Unterschied deutlich hervortreten zu lassen. Dabei ist darauf zu achten, dass man eine Stelle herausbekommt, an welcher nicht durch ein zunächst ausser Spiel bleibendes, lautes Geräusch von einer anderen Klappe her die Untersuchung erschwert ist. Ein weiteres Kriterium

der einzelnen Klappengeräusche ist die Art und Richtung, wie sie sich von ihrer Ursprungsstelle aus fortpflanzen. Da das einer Klappe zugehörige Geräusch nicht blos an die beschränkte, die Insufficienz oder Stenose der betreffenden Klappe bewirkenden Stelle des Ostiums gebunden ist, sondern auch noch diesseits und jenseits derselben geräuschbildende Wirbelströmungen entstehen (s. pag. 678), so muss ein bestimmtes Geräusch auch noch diesseits und jenseits der Klappe gehört werden und besonders auch da, wo verglichen mit der Stelle der Insufficienz oder Stenose, eine Erweiterung sich anschliesst. Andererseits wird ein entstehendes Geräusch im Sinne der Blutströmung fortgeleitet, fortgetragen und schliesslich kommt bei den Ventrikeln auch die Herzphase insofern in Betracht, als der diastolisch weitere, der Brustwand mehr genäherte und ihr in grösserem Umfange anliegende Ventrikel die Geräusche besser zur Thoraxwand leiten wird. Für die Vorhöfe kommen ähnliche Erwägungen in Frage; namentlich kann der Vorhof das systolische Geräusch einer Zipfelklappe in sich aufnehmen und da er während der Ventrikelsystole diastolisch sich erweitert, um so besser nach aussen leiten.

Bei frischen Bicuspidalklappenfehlern hat *Curschmann* beobachtet, dass, ehe die endgültige, typische Localisation an der Herzspitze eingetreten ist, das systolische Geräusch eine zeitlang blos über der Pulmonalis deutlich zu auscultiren ist.

In schematischer Darstellung ergeben sich für die Auscultation der den einzelnen Klappenfehlern zukommenden Geräusche nach der Auscultationsstelle und der Art ihrer Fortpflanzung folgende durchschnittliche Verhältnisse:

Bezeichnung des Klappenfehlers	Art des Geräusches in Beziehung auf die Herzphase	Auscultationsstelle für das Maximum des Geräusches	Fortpflanzung des Geräusches in die weitere Umgebung
Insufficienz der Aortenklappen	diastolisch	II. rechter Intercostalraum und meist noch lauter etwas tiefer herzwärts auf dem Brustbein bis herab zur Spitze des Schwertfortsatzes	häufig in die Carotiden, sowie Fortleitung bis in die Bauchaorta
Stenose der Aorta	systolisch	II. rechter Intercostalraum und herab bis zur 3. u. 4. Rippe	deutliche Fortpflanzung zu den Carotiden
Bicuspidalis (Mitralis) *a)* Insufficienz	systolisch	Herzspitze; bei erweitertem Vorhof auch über diesem, links vom Brustbein im 2. u. 3. Intercostalraum *(Naunyn)*	das „über der Pulmonalis“ hörbare Geräusch (siehe nebenstehend) pflanzt sich oft stark nach der Axillarlinie und in die linke Vena subclavia und axillaris, weniger nach aufwärts fort
b) Stenose	diastolisch bezw. präsystolisch	Herzspitze; die rein diastolischen auch noch höher hinauf gegen den Vorhof hin	

Bezeichnung des Klappenfehlers	Art des Geräusches in Beziehung auf die Herzphase	Auscultationsstelle für das Maximum des Geräusches	Fortpflanzung des Geräusches in die weitere Umgebung
Tricuspidalis *a)* Insufficienz	systolisch	am (4.—) 5. rechten Rippenknorpel zwischen Mittellinie und Sternalrand	
b) Stenose	diastolisch (vielleicht auch präsystolisch)	wie vorhin	
Insufficienz der Pulmonalarterienklappen	diastolisch	2.—3. Intercostalraum am linken Brustbeinrand	wenig Fortpflanzung nach den Halsgefässen; kein diastolisches fortgeleitetes Geräusch in der Bauchaorta
Stenose der Pulmonalis	systolisch	wie vorhin	keine Fortpflanzung nach den Halsgefässen

Bestimmung der Herzgeräusche nach den Herzphasen, Insufficienz und Stenose der Klappen.

Neben der Festlegung eines Geräusches auf eine bestimmte Klappe ist dessen Beziehung zu der Herzaction, die Bestimmung der Herzphase innerhalb der einzelnen Herzrevolution, in welche das Geräusch fällt, von diagnostischer Bedeutung. Es ergibt sich als natürlicher Eintheilungsmodus für die einzelnen Klappen der in systolische und diastolische Geräusche, wobei auch an Aorta und Arteria pulmonalis Systole und Diastole auf das Herz, nicht die Gefässe selbst bezogen sind. Als eine Abart des diastolischen Geräusches ist das präsystolische *(Fauvel)* anzusprechen, welches, gegen das Ende der Diastole sich verstärkend oder überhaupt erst deutlich werdend, der kurz vor der Ventrikelsystole als ein „Vorschlag" derselben erfolgenden Vorhofscontraction entspricht.

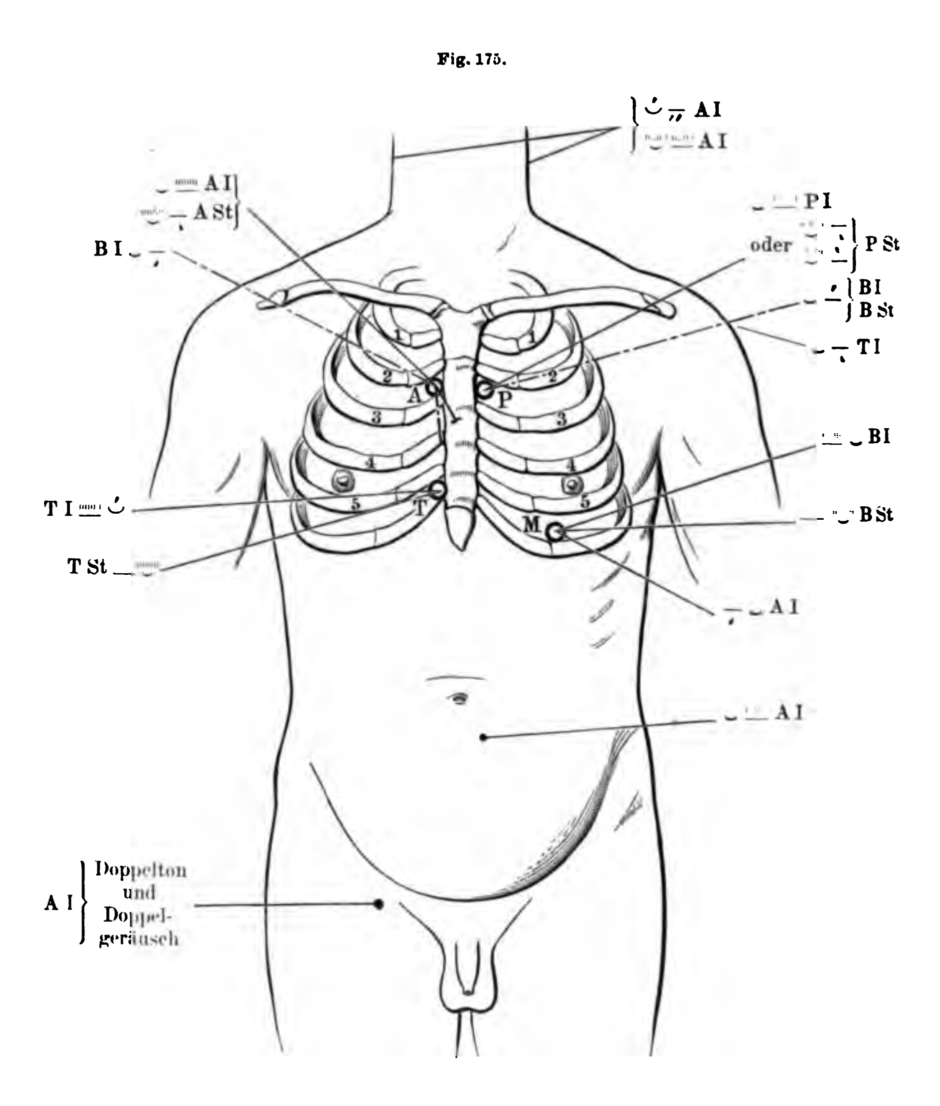
Es muss bemerkt werden, dass das präsystolische Geräusch auch ohne Bicuspidalstenose vorkommt und beispielsweise bei Fällen von Aortenklappeninsufficienz, Herzbeutelverwachsung constatiert wurde, demnach also kein Signum pathognomonicum für die Stenose der Bicuspidalklappe darstellen würde.

Es ergibt sich folgende Zusammenstellung der wichtigsten Herzklappenfehler mit den zugehörigen Geräuschen (s. a. Tabelle auf pag. 684/685).

Insufficienz der Zipfelklappen (Bicuspidalis und Tricuspidalis)	systolisch
Insufficienz der Semilunarklappen (an Aorta und Arteria pulmonalis)	diastolisch
Stenose der venösen Ostien (der Bicuspidalis und Tricuspidalis)	diastolisch bezw. präsystolisch
Stenose der arteriösen Ostien	systolisch

Ausser dem im Verlauf der Diastole sich verstärkenden diastolischen bezw. präsystolischen Geräusch bei Bicuspidalstenose haben die meisten Geräusche, deren allgemeiner Charakter weiter oben (pag. 679, 680) beschrieben ist, ihr Maximum im Anfang der betreffenden Herzphase. Besonders deutlich ist dies bei dem diastolischen Geräusch der Aorten-

Fig. 175.



klappeninsufficienz, welches stärker einsetzend allmählich sich abschwächt und in ein leises, hauchendes Geräusch sich verliert; es ist „giessend, rauschend" *(Gerhardt)*.

In der nachstehenden Skizze sind in schematischer Darstellung die Herztöne nach ihrem Rhythmus (s. pag. 692) wiedergegeben. *B* bedeutet Bicuspidalklappe, *T* Tricuspidalklappe, *A* Aorta, *P* Art. pul-

monalis; die den einzelnen Herzklappenfehlern zukommenden Geräusche* sind durch Wellenlinien bezeichnet, je nach der Stärke durch höhere oder niedrigere. *I* ist Insufficienz, *St* Stenose einer Klappe; es bedeutet also beispielsweise *AI* Insufficienz der Aortenklappen. Ein Accent über dem Ton zeigt Verstärkung (◡́), unter demselben Abschwächung (‚), zwei Accente unterhalb („) Fehlen des Tons an (s. Fig. 175).

Allgemeine physikalische Zeichen der Aneurysmen.

Ausser den an anderen Stellen abzuhandelnden Zeichen, beispielsweise der sichtbaren Vorwölbung, der Pulsation mit allseitiger Vergrösserung, namentlich auch in transversaler Richtung (bei nicht allzu starker und fester Fibrinablagerung!), kann sich, wenn das Aneurysma genügend gross und der Oberfläche der Brust nahe gekommen ist, eine Dämpfung bemerkbar machen, beim Aneurysma der aufsteigenden Aorta rechts vom Sternum im zweiten Intercostalraum; beim queren Theil kann die Dämpfung links vom Manubrium sterni oder auf der linken Hälfte des Manubrium sein. Das Aneurysma der absteigenden Aorta kann Dämpfung im linken Interskapularraum bewirken. Uebrigens habe ich in einem, einen 40jährigen Mann betreffenden Fall, wo ein notorisches Aneurysma der Aorta vorlag, das allerdings einen lebhaft pulsirenden Fortsatz in den zweiten linken Intercostalraum entsandte, rechts vom Brustbein normale Percussionsverhältnisse gefunden. *Williams'* tympanitischer Trachealton (s. pag. 642) kann bei Druck des aneurysmatischen Sacks auf die anliegende Lunge auftreten. Die auscultatorischen Erscheinungen über dem Aneurysma haben nichts eigentlich Charakteristisches, sind jedenfalls sehr verschieden. Gewöhnlich ist ein lautes systolisches auch als Schwirren zu fühlendes, aus Wirbelbewegungen im aneurysmatischen Sack erklärbares, in die Carotis sich fortsetzendes Geräusch zu hören, welches, wenn auf der rechten Seite des Brustbeins (oder auch auf dem Manubrium selbst, s. o.) am stärksten entwickelt, einem Aneurysma des Bogens entsprechen kann, während ein Aneurysma der Arteria anonyma das Maximum der Intensität nach aufwärts vom zweiten Intercostalraum darbietet. Diastolisches Geräusch kommt auch ohne gleichzeitige Aortenklappeninsufficienz vor, wie es denn auch bei den Aneurysmen der Bauchaorta beobachtet wird. Auch Doppelton ist bisweilen zu constatiren.

Normale Auscultationserscheinungen an den Arterien.

a) Töne.

An verschiedenen grösseren Arterien werden normale Töne wahrgenommen, so über der Carotis und fast ebenso häufig über den Arteriae subclaviae; der erste, schwächere, beruht auf (herz)systolischer Anspannung der Arterienwand, der zweite, diastolische ist von den Aortenklappen und wohl auch der Pulmonalarterie her *(A. Weil)*

* Ganz brauchbar ist auch *A. Dennig*, die Diagnose der Herzklappenfehler in schematischer Uebersicht. Mit drei Tafeln und Text. Tübingen 1903.

fortgeleitet. An den entfernteren grösseren Arterien — die kleinen sind normalerweise tonlos — wird nichts oder höchstens ein schwächerer herzsystolischer Ton gehört. Dagegen bewirkt an der Brachialis, Femoralis, Aorta abdominalis mässiger Druck ein herzsystolisches Druckgeräusch, starker einen Druckton, übrigens physiologische Erscheinungen, wie denn auch der Druckton an der Femoralis bei Herzschwäche und bei Arterienatherom fehlen soll.

b) Geräusche

1. Das systolische Hirnblasen *(J. D. Fisher)*, hörbar vom dritten bis vierten Lebensmonate an, auch wohl früher, bis gegen das Ende des zweiten Lebensjahrs, selbst bis zum sechsten. Es ist, obwohl auf dem Scheitel am besten auscultierbar, unabhängig vom Offensein der grossen Fontanelle, auch kein Venensinusgeräusch, sondern nach *Jurasz* ein Geräusch der Carotis, welche durch einen engen Canalis caroticus relativ stenosirt ist. *E. Winckler* verlegt das Hirnblasen in die Arterien der Hirnbasis und lässt seine Entstehung durch Verminderung des arteriellen Blutdrucks und der Arterienspannung begünstigt sein.

2. Das Uterin- oder Placentar-Geräusch *(Lejumeau de Kergaradec)*. Man hört es als blasendes, zischendes Geräusch vom fünften Schwangerschaftsmonat an, oft schon im vierten, selbst dritten und leitet es von den erweiterten, den Uterus umgebenden Arterien ab.

Doch kommen analoge pathologische Geräusche bei Uterus- und Ovarialgeschwülsten vor.

Pathologische Auscultationserscheinungen an den Arterien.

a) Töne.

Bei der mit grossem und schnellendem Puls einhergehenden Aortenklappeninsufficienz werden sonst tonlose kleine Arterien zum Tönen gebracht und es wird so der Puls der Radialis, der Arteria dorsalis pedis u. a. mit dem Stethoskop hörbar. Zur Feststellung des übrigens für die Aortenklappeninsufficienz keineswegs charakteristischen, z. B. auch im Fieber, bei Digitaliswirkung, Schrumpfniere vorkommenden Phänomens empfiehlt sich die Anwendung eines Stethoskops mit engem Schalltrichter, das möglichst leicht aufzusetzen ist. Es darf nicht vergessen werden, dass der hörbare Puls an der einen Radialis fehlen oder sehr schwach sein und trotzdem an der anderen deutlich sein kann.

Ebenfalls bei ausgesprochener Aortenklappeninsufficienz kommt ein Doppelton der Femoralis zur Beobachtung, der aber auch bei Bicuspidalstenose *(Weil)*, bei Chlorose, chronischer Bleivergiftung *(Matterstock)* und selbst bei Schwangeren im vierten bis fünften Monat *(Gerhardt)* constatirt wurde. Die *Traube*'sche Erklärung — rasche (herz-) systolische Anspannung und anschliessend plötzliche diastolische Entspannung des Arterienrohrs — gilt heute noch. Eine besondere, von *Friedreich* aufgestellte, jedenfalls seltene Art des Doppeltons ist eine bei gleichzeitiger Tricuspidalinsufficienz vorkommende Combination des Klappentons der Femoralvene und eines (ersten) Tons der Femoralarterie.

b) Geräusche.

In der Pulmonalarterie und ihren Aesten entstehen, auch in weiterem Umkreise hörbar, oft laute, selbst musikalische (durch Resonanz in benachbarten Kavernen verstärkte) herzsystolische Geräusche, theils infolge von Compression durch vergrösserte Bronchialdrüsen, pleuritisches Exsudat oder pneumonisches Infiltrat, theils durch Traction infolge chronischer Lungenerkrankung.

Die Subclavia liefert, besonders links, bei Phthisikern ein diastolisches, durch Inspiration, weniger Exspiration, meist sich verstärkendes Subclaviargeräusch, das übrigens auch bei Gesunden vorkommen soll. Ueber der Carotis sind häufig Geräusche zu hören, besonders auch bei Aortenklappeninsufficienz, systolisch wie diastolisch; dann systolische noch bei Aortenstenose und Aortenaneurysma, diastolische unter den verschiedensten Umständen bei Bicuspidalklappenfehlern, Morbus Basedowi, Emphysem, im Fieber. Eine gewisse Sonderstellung nehmen die, besonders bei Arteriosklerose durch leichten Druck mit dem Stethoskop an der Carotis, aber auch an der Bauchaorta hervorzurufenden Geräusche ein, welche *Litten* als „Spritzen" bezeichnet. In der Thyreoidea kommen bei Halstumoren Compressionsgeräusche, bei Strumen, und so auch bei Morbus Basedowi, in den erweiterten Arterien blasende systolische Geräusche zustande, die auch in den erweiterten und pulsirenden Collateralen zu hören sind, welche sich bei (angeborener) Stenose der Aorta an der Einmündung des Ductus arteriosus Botalli über einen grossen Theil des Rumpfs hin entwickeln.

Die Aorta abdominalis liefert theils fortgeleitetes diastolisches Geräusch bei Aortenklappeninsufficienz, theils auch Compressionsgeräusche bei anliegenden Tumoren.

Eine diagnostische Bedeutung beansprucht das *Duroziez*'sche „intermittirende Doppel-Druckgeräusch" in der Femoralis, das jedenfalls häufiger ist als der ebenfalls bei Aortenklappeninsufficienz vorkommende Doppelton (s. o.). Das Geräusch wird durch die künstliche Stenosirung der Arterie hervorgerufen, indem sowohl bei centrifugalem Durchströmen als beim plötzlich erfolgenden Rücklauf des Bluts (infolge des Ueberdrucks jenseits der Stenose) locale Wirbelbewegungen entstehen. Doch soll das Geräusch auch bei Morbus Basedowi, bei Chlorose vorkommen. Endlich ist das sogenannte Nabelschnurgeräusch hier zu erwähnen, weil es, wenigstens von der Mehrzahl der Autoren, in die Arterien des Nabelstrangs verlegt wird; *Winckel* lässt es in der Vene entstehen.

Töne und Geräusche der Venen.

„Töne" in den Venen, kurze, von eigentlichen Geräuschen sich wohl unterscheidende Schalle sind an die Venenklappen geknüpft und deshalb da anzutreffen, wo eine rückläufige, centrifugale Welle die Klappen zum Schluss bringt. Es ist somit in pathologischen Fällen, bei Tricuspidalinsufficienz, ein Klappenton zu beobachten. Ausser dem schon pag. 688 genannten selteneren Doppelton der Vena femoralis kommt bei schlussfähigen Klappen am Bulbus der Jugularvene ein deutlicher Ton

zustande. Uebrigens wollte *Friedreich* auch bei Gesunden bei stärkerem Venendruck, beim Husten z. B., einen „exspiratorischen" Klappenton beobachten und andererseits wieder bei lang anhaltendem Husten, bei schwer Arbeitenden und schlussunfähigen Klappen Geräusch in der Vena femoralis, das aber auch bei schlussfähigen Klappen als Regurgitationsgeräusch auftreten kann, wenn dieselben unterhalb des Ligamentum inguinale sitzen.

Das Venengeräusch par excellence nach Häufigkeit und Deutlichkeit des Vorkommens ist das Nonnengeräusch (Bruit de diable), das Venensausen am Halse, welches in den Jugularvenen, besonders der rechten, bei aufrechter Körperhaltung und nach links gewendetem Kopf am deutlichsten gehört wird. Da die Annahme einer verringerten Blutmenge abzuweisen ist, so muss die Erklärung in besonderen Strömungsverhältnissen (s. pag. 683) des Jugularblutes gesucht werden, vielleicht in einer grösseren Geschwindigkeit des dünneren und deshalb leichter strömenden Blutes, wobei die plötzliche Erweiterung, die der Bulbus darstellt, begünstigend wirken mag. Die geradere Richtung und Einmündung der rechten Vena jugularis erleichtert das Zustandekommen des Geräusches gegenüber der linken, im Winkel in die Vena anonyma sinistra einmündende Jugularis interna. Die herzsystolischen und wieder inspiratorischen Verstärkungen des Geräusches — Systole und Inspiration müssen die Strömungsgeschwindigkeit in den Venen erhöhen — passen sehr gut zu der gegebenen Erklärung. Ich kann der neuerdings vielfach geäusserten Ansicht nicht beitreten, als ob das Nonnengeräusch keinerlei praktisch-diagnostische Bedeutung habe, weil es gelegentlich einmal auch bei anscheinend ganz Gesunden angetroffen wird und bei thatsächlich „Blutarmen" vermisst oder wenig ausgeprägt gefunden wird. Die Thatsache, dass das Geräusch, welches allerdings keine sicheren Rückschlüsse auf Beschaffenheit, noch weniger auf die Menge des Blutes erlaubt, bei Anämie und Chlorose und beim weiblichen Geschlecht, dann auch in den jugendlichen Altersstufen im allgemeinen häufiger und in charakteristischer Entwicklung getroffen wird, bleibt zu Recht bestehen. Mit zunehmendem Alter wird das Geräusch immer seltener *(R. Apetz)**, weshalb ihm eine pathologische Bedeutung um so eher zukommt, wenn es bei nicht allzu jungen Individuen (20.—60. Jahr) gefunden wird und sich, was allerdings selten ist, als Schwirren fühlbar macht. Zuweilen wird es als Ohrensausen vom Kranken gehört (Autophonie) und sehr lästig empfunden. Dass die Abnahme des Venengeräusches mit Besserung des „anämischen" Zustandes Hand in Hand zu gehen pflegt, ist eine zu häufige Erfahrung der Praktiker, als dass sie ohneweiters abgewiesen werden könnte. Dem Jugulargeräusch vergleichbare Geräusche entstehen in der Vena cava inferior — zu auscultiren an ganz begrenzter Stelle in der oberen Hälfte des Epigastriums knapp am Leberrand, $1/_2$—1 Cm. rechts von der Mittellinie — als „Bruit de diable abdominal" *(C. Verstraeten)*.** Es kommt unter denselben Bedingungen wie das Jugulargeräusch und oft mit demselben zusammen vor; doch besteht kein

* *Virchow's* Archiv, Bd. 107, 1887, pag. 419.
** Centralblatt für innere Medicin, 1894, Nr. 32.

strenger Parallelismus zwischen beiden, und es kann das eine schwach sein und fehlen, das andere aber stark gefunden werden. Dieses Geräusch zeigt rhythmische, von der Herzaktion, auch der Athmung abhängende Verstärkungen und ist einigermassen durch Compression beeinflussbar.

Auch die Vena anonyma (s. pag. 680) liefert gewisse „pseudoendokardiale“ Geräusche. Ueber vergrösserten Organen, Milz und Schilddrüse kommen, abgesehen von arteriellem Geräusch (s. pag. 689), auch mehr continuirliche, als Venengeräusch aufzufassende Gefässgeräusche vor.

F. Auscultation des Verdauungsapparates.

Auscultation der Speiseröhre und des Magens.

Die Speiseröhre auscultirt man am Halse links neben der Trachea und hinten auf der linken Seite der Wirbelsäule bis herab zur 9. Rippe. *Hamburger* lässt ein beim Gesunden hell glucksendes und rasselndes Schluckgeräusch bei Stenosen des Oesophagus, etwa durch Neubildung oder Aortenaneurysma (unterhalb derselben), bald gar nicht, bald abgeschwächt oder deutlich verspätet gehört werden.

Bei Auscultation im Epigastrium, über dem Processus xiphoideus hört man nach *Meltzer** 6—7 Secunden nach dem Beginn des Schluckens ein längeres Geräusch — „Durchpressgeräusch“ — entsprechend den unter Druck durch die Kardia (Kardialgeräusch *W. Zenker's***) in den Magen tretenden, vorher an dieser leicht aufgehaltenen Flüssigkeits- oder Speisemengen. Ist die Kardia insufficient, schlaff oder gelähmt, so kommt ein gleich mit dem Schlingact einsetzendes „Durchspritzgeräusch“, „primäres Geräusch“ *(C. A. Ewald)* zustande, das besonders dann diagnostische Bedeutung hat, wenn ihm kein Durchpressgeräusch folgt. Mangel beider bei Vorhandensein des Oesophagusgeräusches zeigt nach *Meltzer* eine Stenose der Kardia an.

Die am Magen bei Agitation des Kranken oder leichtem Klopfen auf die Magengegend zu erzielenden lauten, zuweilen metallisch klingenden Plätschergeräusche sind mit Vorsicht zu verwerthen. Sie haben natürlich umsomehr Bedeutung, je leichter und je länger noch nach einer Nahrungsaufnahme sie hervorgerufen werden können, und wenn sie auch über den Bereich der eigentlichen Magengegend hinaus infolge Erweiterung des Magens (s. pag. 657) sich bemerkbar machen.

Auscultation des Abdomens.

Ausser allerlei durch Bewegung von Flüssigkeit neben Luft hervorgerufenen Darmgeräuschen, sogenannten Borborygmen, oder auch auf Distanz hörbaren, gelegentlich metallisch klingenden, in weiteren

* Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften, 1883, Nr. 1.

** Allgemeine Zeitschr. für Psychiatrie, XXVI. Bd., 1869. — Berliner klin. Wochenschr., 1884, Nr. 3.

Darmabschnitten zustande kommenden Plätschergeräuschen werden bei entzündlichen Zuständen des Peritoneums perihepatitische und perisplenitische Reibegeräusche über Leber und Milz beobachtet. Nach Gallensteinkolik können über der Gallenblase reibende Geräusche eine Zeit lang hörbar *(Gerhardt)* und zuweilen von ausschlaggebender diagnostischer Bedeutung sein. Dann können auch allerlei Neubildungen (Carcinom der Leber) und andere Affectionen, welche zu Entzündungen des Peritonaeums führen, z. B. Lebercirrhose, zu solchen Reibegeräuschen Veranlassung geben, welche nach Punction, wenn die peritonealen Flächen stärker gegen einander drücken, nicht selten deutlicher hervortreten. *Sahli* (l. c. pag. 294) macht auf ein pfeifendes oder zischendes Stenosengeräusch aufmerksam, welches bei vermehrter Peristaltik entweder schon auf Distanz oder wenigstens mit dem Stethoskop gehört werden kann. Es kommt beispielsweise bei Stenosen infolge von Tumoren vor.

REGISTER.

(Die Ziffern bedeuten die Seitenzahlen.)

A.

B.

C.

D.

E.

F.

G.

H.

N.

O.

P.

Q.

R.

T.

U.

V.

W.

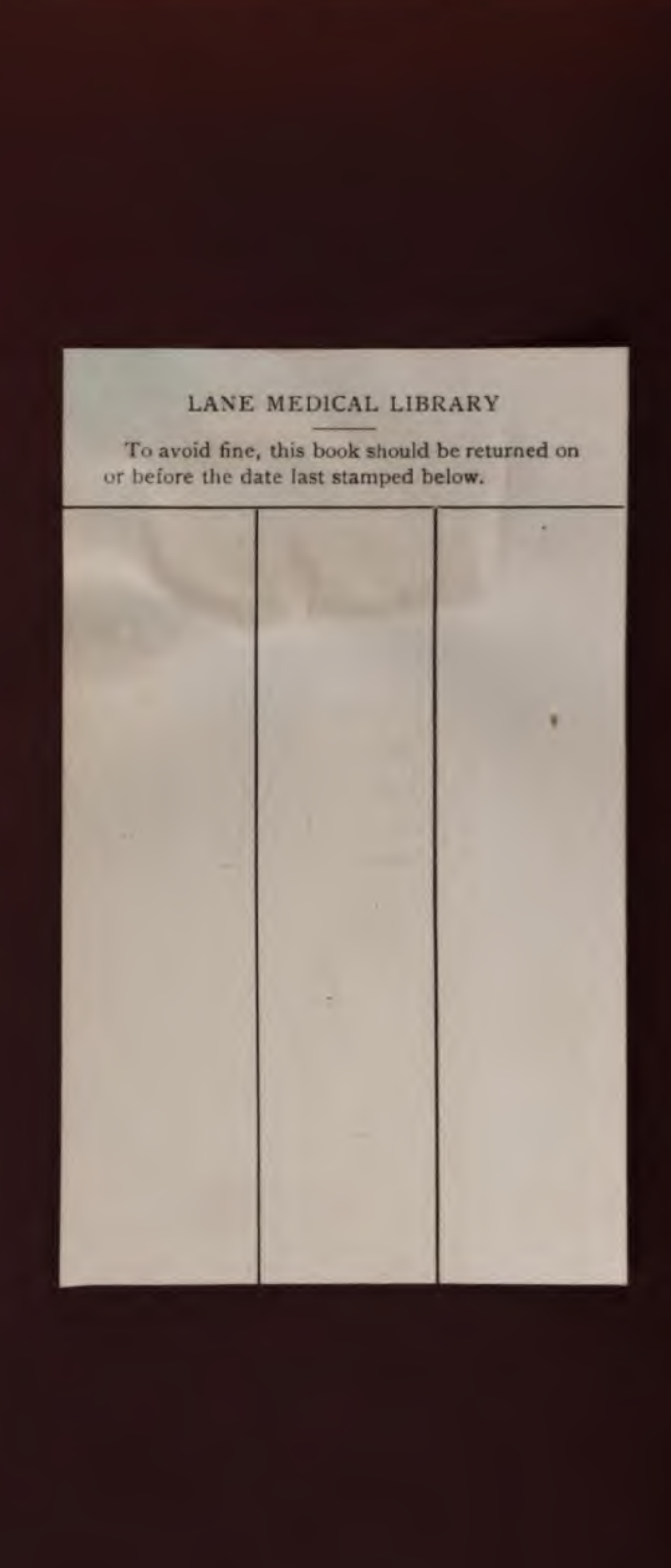
X.

Z.

Druck von Gottlieb Gistel & Cie., Wien, III., Münzgasse 6.








L71 Eulenburg, Albert, ed.
E88 Lehrbuch der klinisch
Bd. 1 Untersuchungsmethoden.
1904
NAME 30060
DATE DUE
30060